สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน

SMART HOME SECURITY SYSTEM

โดย

นายสุรพล วรวิรุฬห์วงศ์

นางสาวอรวรรณ รอดทัดทาน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน 55765

วัน,เดือน,ปี 25 พ.ค. 2548

b.....

i.....

SMART HOME SECURITY SYSTEM

BY

Mr. SURAPOL WORAWIROONWONG

Miss ORAWAN RODTADTAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

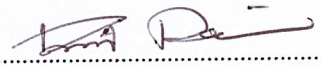
FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2003

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน
ชื่อนักศึกษา	นายสุรพล วรวิรุฬห์วงศ์ รหัสประจำตัว 43010500
	นางสาวอรวรรณ รอดทัดทาน รหัสประจำตัว 43010532
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ พนารัตน์ ระวิวรรณ
	อาจารย์ มนต์ชัย แช่มช้อย
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2546

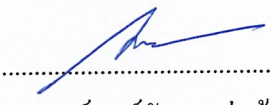
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว



.....

(อาจารย์พนารัตน์ ระวิวรรณ)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์



.....

(อาจารย์มนต์ชัย แช่มช้อย)

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน		
ชื่อนักศึกษา	นายสุรพล วรวิรุฬห์วงศ์	รหัสประจำตัว	43010500
	นางสาวอรวรรณ รอดทัดทาน	รหัสประจำตัว	43010532
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ พนารัตน์ ระวิวรรณ		
	อาจารย์ มนต์ชัย แช่มช้อย		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2546		

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ผู้คนในสังคมเมืองใช้เวลาส่วนใหญ่ไปกับการประกอบอาชีพ ทำให้ไม่มีเวลาดูแลความปลอดภัยภายในบ้านหรือที่พักอาศัย จึงเป็นช่องทางให้กับเหล่ามิจฉาชีพในการเข้ามาลักขโมยทรัพย์สินภายในบ้าน โครงงานนี้จึงเสนอแนวความคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยอาศัยความเจริญก้าวหน้าทางด้านระบบการติดต่อสื่อสารผ่านระบบอินเตอร์เน็ตและโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์ กล่าวคือระบบรักษาความปลอดภัยจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบการบุกรุก เมื่อมีผู้บุกรุกจะส่งสัญญาณเตือนภัยผ่านคอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่เป็น Server จัดส่งข้อความเตือนภัยผ่านทาง SMS ไปที่โทรศัพท์มือถือของเจ้าของบ้านและเริ่มเก็บภาพด้วยกล้องที่ติดตั้งไว้ เมื่อเจ้าของบ้านได้รับข้อความทาง SMS แล้วสามารถตรวจสอบความเรียบร้อยภายในบ้านจากกล้องที่ติดตั้งไว้ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้

Thesis Title	Smart Home Security System	
Student	Mr. Surapol Worawiroonwong	ID. 43010500
	Miss Orawan Rodtadtan	ID. 43010532
Advisor	Mr. Monchai Chamchoy	
	Ms.Panarat Rawiwan	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

At present, most of people spend their time on the jobs therefore they do not notice the security in their home. This can lead the way for the criminal breaking into their home. This project presents an idea to prove the problem by the internet technology and cellular mobile telephone system. The detecting device will be set for the security. When the burglars attend into the home, the detecting device will send the warning signal to the mobile phone by SMS through the computer, which acts as the server. Then the camera located in the house start, to work spontaneously. The house owners can check their home from the camera via the internet.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไม่อาจสำเร็จไปได้เลย หากไม่ได้รับการช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่คอยดูแลเอาใจใส่ รวมทั้งอาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ได้ให้ความรู้ ตลอดจนพี่ ๆ นักศึกษาระดับปริญญาโทที่คอยช่วยแนะนำ รวมถึงเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจ

ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนมา ขอขอบคุณ ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เป็นแหล่งให้ศึกษาหาความรู้ ให้ประสบการณ์ในหลายๆเรื่อง ขอบคุณทุกๆแหล่งข่าวสารที่ทำให้เรามีข้อมูลในการทดลอง และที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณทุกคนในครอบครัว คุณพ่อคุณแม่ที่คอยเป็นกำลังใจและผลักดันพวกเราจนถึงจุดนี้ ขอขอบคุณทุก ๆ ท่านจากใจจริง

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
สารบัญ	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดและที่มาปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงาน	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในโครงงาน	4
2.1 โครงสร้างของโปรโตคอล/ทีซีพี/ไอพี4	5
2.1.1 ชั้นโปรเซส	5
2.1.2 ชั้นโฮสต์ไปยังโฮสต์	5
2.1.2.1 โปรโตคอลยูดีพี	5
2.1.2.2 โปรโตคอลทีซีพี	6
2.1.3 ชั้นอินเตอร์เนตเวิร์ค	9
2.1.3.1 โปรโตคอลไอซีเอ็มพี	9
2.1.3.2 โปรโตคอลเออาร์พี	11
2.1.3.3 โปรโตคอลไอพี	11
2.1.4 ชั้นการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย	16
2.2 ระบบการทำงานของระบบเครือข่ายจีเอสเอ็ม	18
2.2.1 โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์	19
2.2.2 การให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์	23

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3 การส่งข้อความ (SMS: Short Message Service) ไปยังโทรศัพท์มือถือ ผ่าน ระบบเครือข่ายทีซีพี/ไอพี	27
2.4 การสื่อสารแบบอนุกรม	28
2.5 มาตรฐาน RS-232	29
2.6 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51	30
2.6.1 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม	30
2.6.2 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมใน ไมโครคอนโทรเลอร์	32
2.6.3 การกำหนดอัตราการรับส่ง (อัตราบอดเรต)	36
บทที่ 3 หลักการออกแบบและการสร้าง	39
3.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์	39
3.1.1 ส่วนประมวลผลและควบคุม	39
3.1.2 ส่วนของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์	40
3.1.3 ฐานกล้องและกล้อง	40
3.1.4 เซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรด	40
3.1.5 การออกแบบและวางชุดอุปกรณ์ควบคุม	41
3.1.6 การออกแบบและวางชุดอุปกรณ์ควบคุม	42
3.2 บล็อกไดอะแกรมของส่วนโปรแกรม	44
บทที่ 4 ผลการทดลอง	46
4.1 การทดลอง	46
4.1.1 การทดลองส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์จากคอมพิวเตอร์	46
4.1.2 การทดลองใช้งานจากเครื่องให้บริการกับเครื่องรับบริการ	47
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	51
ภาคผนวก	53
บรรณานุกรม	56

สารบัญรูปภาพ

รูปที่

บทที่ 1 หน้า

รูปที่ 1.1 ภาพรวมของโครงงานระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน 2

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของมาตรฐาน OSI, TCP/IP stack และโปรโตคอลต่างๆของ TCP 4

รูปที่ 2.2 โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี 10

รูปที่ 2.3 รูปแบบของ IP Datagram 12

รูปที่ 2.4 โครงสร้างของโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี 17

รูปที่ 2.5 โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ 19

รูปที่ 2.6 โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในพื้นที่ห่างกัน 20

รูปที่ 2.7 โครงสร้างของสถานีฐาน 22

รูปที่ 2.8 การเรียกจากภายนอกไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ 24

รูปที่ 2.9 การเรียกจากภายนอกไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ 26

รูปที่ 2.10 การส่ง SMS ไปยังโทรศัพท์มือถือผ่านระบบเครือข่ายทีซีพี/ไอพี 27

บทที่ 3

รูปที่ 3.1 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรด 41

รูปที่ 3.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมหลักในการทดลอง 42

รูปที่ 3.3 ชุดอุปกรณ์หลักในกล่องสำเร็จ 42

รูปที่ 3.4 ชุดอุปกรณ์สำเร็จ 43

รูปที่ 3.5 บล็อคไดอะแกรมส่วนโปรแกรมทางด้านไคลเอนต์ 44

รูปที่ 3.6 บล็อคไดอะแกรมส่วนโปรแกรมทางด้านเซิร์ฟเวอร์ 45

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 รูปแบบการอินเตอร์เฟสจากคอมพิวเตอร์มาที่ตัวอุปกรณ์	46
รูปที่ 4.2 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรมฝั่งให้บริการ	48
รูปที่ 4.3 การติดต่อไปยังเครื่องให้บริการผ่านทางเครื่องรับบริการ	49
รูปที่ 4.4 หน้าจอในการเข้าสู่ระบบควบคุม	49
รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมควบคุมระยะไกล	50
รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงภาพที่ได้จากการบันทึกภาพนิ่ง	50

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 2.1 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม	32
ตารางที่ 2.2 การกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลโดยการใช้Timer1 ให้พอร์ตอนุกรมในโหมด1และ3	37

บทที่ 1

บทนำ

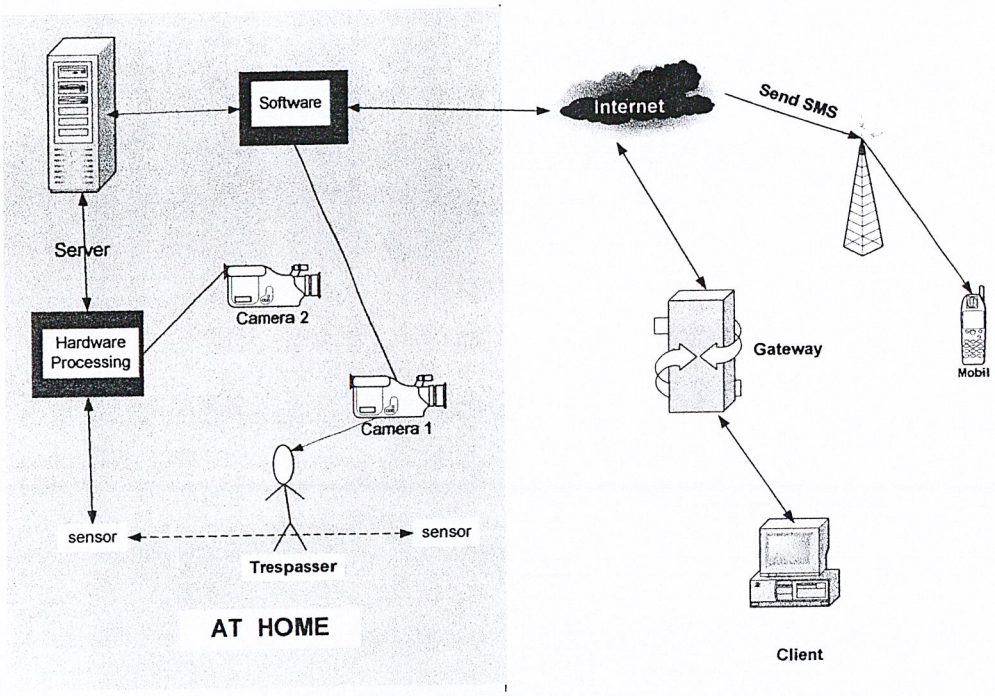
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันสภาวะการแข่งขันทางเศรษฐกิจที่รุนแรง ส่งผลให้ผู้คนต้องแข่งขันกันทำงานมากขึ้น ซึ่งผู้คนโดยส่วนใหญ่จะใช้เวลาทั้งวันอยู่ในสำนักงานหรือในบริษัท ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการเปิดโอกาสให้กลุ่มมิจฉาชีพมีโอกาสทำงานได้สะดวกขึ้น ในการโจรกรรมทรัพย์สินตามบ้านเรือนของคนทั่วไป ซึ่งเป็นปัญหาที่รุนแรงในปัจจุบัน ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบรักษาความปลอดภัยให้กับที่พักอาศัยโดยที่เจ้าของบ้านสามารถตรวจสอบความเรียบร้อยภายในบ้านได้ตลอดเวลาที่ต้องการผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความอบอุ่นใจแก่เจ้าของบ้านขึ้นในอีกระดับหนึ่งอีกด้วย

1.2 จุดประสงค์

1. เพื่อดูแลรักษาความปลอดภัยภายในบ้านในขณะที่เจ้าของบ้านไม่อยู่
2. เพื่อให้สามารถตรวจสอบความเรียบร้อยภายในบ้านผ่านอินเตอร์เน็ตได้ตลอดเวลาตามที่ ต้องการ
3. หากมีเหตุผิดปกติภายในบ้านสามารถบันทึกภาพเหตุการณ์นั้นไว้ได้อย่างทันท่วงที

1.3 ขอบเขตของงาน



รูปที่ 1.1 ภาพรวมของโครงงานระบบรักษาความปลอดภัยภายในบ้าน

1. หากมีการบุกรุกจากผู้บุกรุกเข้ามาสู่ภายในบริเวณบ้านบริเวณที่ติดตั้งระบบ ระบบจะทำการบันทึกรูปจากกล้องที่ติดตั้งตรงตำแหน่งเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรด (Camera 1) จากนั้นจะทำ การส่ง SMSไปเตือน เจ้าของบ้านได้ทันที
2. เมื่อเจ้าของบ้านได้รับ SMS เตือนแล้วจะต้องสามารถเข้าสู่ระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อตรวจสอบความผิดปกติภายในบ้านได้ทันที พร้อมทั้งบันทึกภาพเหตุการณ์ที่ผิดปกตินั้นเก็บไว้ได้ทันที
3. เจ้าของบ้านสามารถ เข้าสู่ระบบอินเตอร์เน็ตเพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยรอบ ๆ ภายในบ้านจากกล้อง (Camera 2) เป็น (Realtime) ตลอดเวลาที่ต้องการและสามารถสั่งบันทึกรูปจากกล้อง (Camera 1) และสามารถเรียกดูภาพที่บันทึกได้ทันที

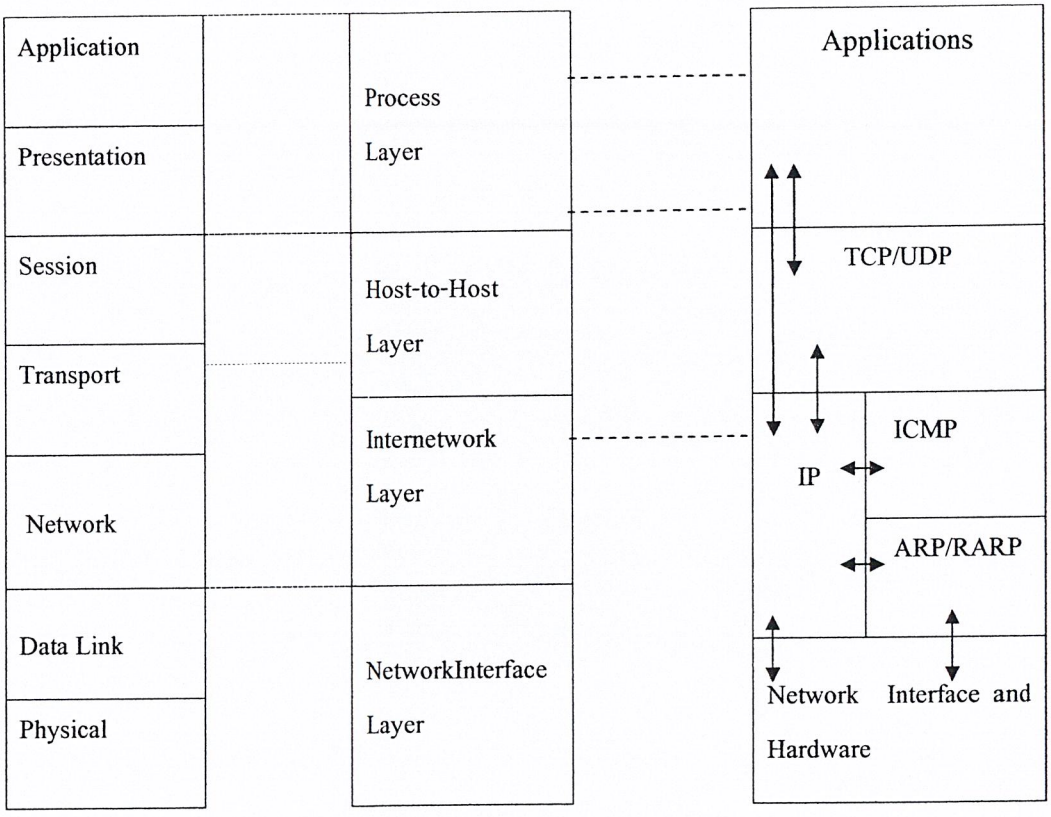
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบที่ใช้สามารถนำมาประยุกต์เพื่อรักษาความปลอดภัยในบ้านได้
2. เพิ่มความสะดวกสบายในการตรวจรักษาความปลอดภัยที่บ้านได้จากที่ทำงาน
3. สามารถควบคุมเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นให้ยุติได้ เช่น เมื่อรู้ว่ามีคนมาบุกรุกบ้านและทำการตรวจสอบดูแล้วว่าน่าจะ เป็นขโมยก็สามารถแจ้งความกับตำรวจทันที

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการในการดำเนินการ

ปัจจุบันระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ามามีความสำคัญอย่างมากกับผู้คนในยุคข้อมูลข่าวสาร ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งข้อมูล สืบค้นข่าวสารฯลฯ ทำให้ระบบนี้กลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน การนำประโยชน์ของระบบนี้มาประยุกต์ให้งานจึงต้องรู้โครงสร้างของระบบก่อน

ระบบอินเตอร์เน็ต คือ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกันทั่วโลก โดยมีโปรโตคอล TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของมาตรฐาน OSI, TCP/IP stack และโปรโตคอลต่างๆของ TCP/IP

2.1 โครงสร้างของโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP)

ที่มีการจัดแบ่งออกเป็นชั้นๆประกอบด้วยแต่ละชั้นดังนี้

2.1.1 ชั้นโปรเซส (Process layer)

ในชั้นนี้จะรองรับการทำงานของแอพพลิเคชั่นต่างๆที่ทำงานเป็นโปรเซส อยู่ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการและเครื่องที่ขอใช้บริการหรือ ไคลเอนต์ (Client) ซึ่งจะติดต่อผ่านโปรโตคอลเฉพาะแอพพลิชั่นอีกทีหนึ่ง

2.1.2 ชั้นโฮสต์ไปยังโฮสต์ (Host-to-Host layer)

เมื่อส่งข้อมูลผ่านมายังชั้นนี้จะมีการเชื่อมต่อผ่านพอร์ต (port: เป็นการสร้างจุดเชื่อมกันเพื่อรับส่งข้อมูล)ที่กำหนด ทำให้การรับส่งโปรโตคอลทำได้ถูกต้อง ในชั้นนี้จะมีโปรโตคอลทำงานอยู่ 2 ตัวคือ

2.1.2.1 โปรโตคอลยูดีพี (UDP: User Datagram Protocol)

ยูดีพีเป็นโปรโตคอลที่ใช้ในชั้นนำส่งข้อมูล เมื่อเทียบกับโมเดล OSI ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) การทำงานของโปรโตคอลแบบ Connectionless คือขบวนการติดต่อระหว่างระบบสองระบบที่ผู้ส่งข้อมูลไม่ต้องตรวจสอบว่าผู้รับพร้อมรับข้อมูลหรือไม่ และการส่งข้อมูลไปให้นั้นไม่มีการตรวจสอบว่าผู้รับได้รับข้อมูลหรือไม่ โดยการส่งข้อมูลของยูดีพี จะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่าดาต้าแกรมยูดีพี (UDP datagram) และไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่าง ดาต้าแกรม (ในระดับ UDP) ซึ่งความสัมพันธ์ของดาต้าแกรมยูดีพี จะจัดการโดยโปรโตคอลอื่นในระดับแอปพลิเคชั่นเลเยอร์ และเมื่อยูดีพีด้าตาแกรม ถูก เอ็นแคบซูเลต (encapsulate คือการนำข้อมูลที่ต้องการส่งมาประกอบกับข้อมูลที่เป็นส่วนควบคุมของโปรโตรคอล) ลงในดาต้าแกรมไอพี (IP datagram) จะกำหนดไบต์ที่ 10 ของเฮดเดอร์ IP มีค่าเป็น 17

การส่งข้อมูลในรูปแบบยูดีพี จะเป็นการส่งข้อมูลที่เน้นในเรื่องของความเร็วในการส่ง โดยไม่มีกลไกในการตรวจสอบความสำเร็จในการรับส่ง ซึ่งมักจะใช้งานกับแอพพลิเคชันที่ไม่ต้องการความถูกต้องของข้อมูลมากนัก หรือสามารถสร้างกลไกในการตรวจสอบข้อมูลขึ้นทดแทน

โครงสร้างของดาต้าแกรมยูดีพี (UDP datagram) มีลักษณะดังรูป

Source port no. (16bit)	Destination port no. (16bit)
UDP length (16 bit)	UDP checksum (16bit)
data	

- Source Port Number หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่ง datagram
- Destination Port Number หมายเลขพอร์ตปลายทางที่รับ datagram
- UDP Length ระบุความยาวทั้งหมดของความถูกต้องของข้อมูลใน datagram

กลไกในการตรวจสอบด้วยการตรวจสอบยูดีพี (UDP Checksum) จะใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูล ซึ่งแม้ว่าจะมีการตรวจสอบได้ แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งให้ทำการส่งใหม่ โดยผู้รับเมื่อตรวจสอบพบความผิดพลาดแล้ว ก็จะยกเลิกข้อมูลนั้น ซึ่งทำให้ยูดีพี เป็นโปรโตคอลที่มีความเชื่อถือได้ไม่มากนัก หรือในบางแอพพลิเคชั่นอาจจะมีการยกเลิกการตรวจสอบ (Checksum) เลยก็ได้ เพื่อให้มีความเร็วในการส่งข้อมูลมากขึ้น

2.1.2.2 โปรโตคอลทีซีพี (TCP: Transmission Control Protocol)

ทีซีพีเป็นโปรโตคอลที่มีความสามารถและรายละเอียดมากกว่ายูดีพี เป็นโปรโตรคอลในชั้นนำส่งข้อมูล ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อแบบต่อเนื่อง (Connection-oriented) การทำงานของโปรโตคอลแบบการเชื่อมต่อแบบต่อเนื่อง จะทำการสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อก่อนที่จะส่งข้อมูล คือทั้งสองด้านจะต้องติดต่อกันโดยมีขบวนการยืนยันการติดต่อระหว่างกันขึ้นมาก่อน จากนั้นจึงจะเริ่มแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ และเมื่อเลิกการติดต่อระหว่างกันก็จะมีการส่งสัญญาณแจ้งให้ทราบและในระหว่างส่งข้อมูลก็จะมีการส่งสัญญาณในการสอบทานความถูกต้องของข้อมูลเพื่อให้ทราบแน่ชัดว่ารับข้อมูลนั้นสำเร็จหรือไม่ โดย ดาต้าแกรมของทีพีซี จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีกลไกในการตรวจสอบความพร้อมในการสื่อสารทั้งด้านรับและด้านส่ง รวมทั้งการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สื่อสาร ทำให้ ทีซีพีเป็นโปรโตคอลที่มีเสถียรภาพและความเชื่อถือสูง

คุณสมบัติของโปรโตคอลทีซีพี สามารถสรุปได้คือ

1. ข้อมูลที่ต้องการส่งจากเลเยอร์แอพพลิเคชัน จะถูกนำมาแยกเป็นส่วน ๆเรียกว่า TCP segment โดยขนาดของเซกเมนต์จะพิจารณาจากประสิทธิภาพและความเชื่อถือได้ของสภาวะการสื่อสารของเส้นทางการส่งข้อมูล เนื่องจากขนาดของเซกเมนต์ที่เล็กเกินไปจะทำให้เสียโอเวอร์เฮดมากขึ้น หรือขนาดเซกเมนต์ที่ใหญ่เกินไปอาจจะทำให้ต้องแยกออกเป็น fragment ย่อยๆในลิงค์เลเยอร์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการสื่อสารเพิ่มมากขึ้น โดยปกติ TCP จะทำการติดต่อกับโปรโตคอลในลิงค์เลเยอร์ของปลายทาง เพื่อถามขนาดของข้อมูลที่เหมาะสม เรียกว่า Maximum Segment Size (MSS) ก่อนที่จะเริ่มการส่งข้อมูล โดยขนาดของ MSS ที่เหมาะสมคือขนาดข้อมูลที่สามารถรับและส่งได้ โดยไม่ต้องการเกิดการแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ (fragment) จากนั้นทีซีพี จึงทำการแบ่งข้อมูลเป็นเซกเมนต์ มีขนาดเท่ากับ MSS ซึ่งโดยทั่วไปขนาดของ MTU-IP Header-TCP Header (MTU-40) (MTU: Maximum Transmission Unit)

2. ในการรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งของทีซีพี จะต้องมีการตอบกลับการรับข้อมูลนั้นจากปลายทาง เพื่อเป็นการบอกต้นทางให้ทราบว่า ได้รับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โดยถ้าไม่มีการตอบรับภายในเวลาที่กำหนด (Timeout) จะถือว่าข้อมูลนั้นส่งไปไม่ถึงปลายทาง ซึ่งจะต้องทำการส่งข้อมูลซ้ำหรือยกเลิกการติดต่อ

3. ในเซกเมนต์แต่ละเซกเมนต์ของทีซีพี จะมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งด้วยวิธีการตรวจสอบผลรวม (Checksum) ซึ่งการตรวจสอบผลรวมของทีซีพี จะครอบคลุมทั้งส่วนเฮดเดอร์และส่วนข้อมูล ถ้ามีข้อผิดพลาดที่ตรวจสอบได้จากการตรวจสอบผลรวม ผู้รับข้อมูลนั้นจะยกเลิกข้อมูล และไม่ทำการตอบกลับไปยังผู้ส่งหรือเสมือนกับว่าไม่ได้รับข้อมูลนั้น เพื่อให้ผู้ส่งทำการส่งข้อมูลมาให้ใหม่

4. ทีซีพีจะมีกลไกที่ควบคุมการไหลของข้อมูล (Flow control) เพื่อให้สามารถลำดับข้อมูลที่ส่งได้อย่างถูกต้อง เช่นในการส่งข้อมูลหนึ่งที่ต้องใช้ ไอพี หลายดาต้าแกรมจึงจะส่งข้อมูลทั้งหมดได้ครบ ทางฝ่ายผู้รับจะต้องจัดเตรียมบัฟเฟอร์ไว้รองข้อมูลและจัดเรียงข้อมูลให้ถูกต้องแล้วจึงส่งต่อไปยังแอพลิเคชัน ดังนั้นในการส่งข้อมูลด้วยทีซีพี ข้อมูลที่ส่งไป อาจจะมาถึงผู้รับอย่างไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

<table>
<tr><td colspan="8">Source port</td><td colspan="2">Destination port</td></tr>
<tr><td colspan="10">Sequence number</td></tr>
<tr><td colspan="10">Acknowledgment number</td></tr>
<tr><td>H
len</td><td>Codes</td><td>U
R
G</td><td>A
C
K</td><td>D
S
H</td><td>R
S
T</td><td>S
Y
N</td><td>F
I
N</td><td colspan="2">Sliding-window sizes</td></tr>
<tr><td colspan="8">Checksum</td><td colspan="2">Urgent pointer</td></tr>
<tr><td colspan="10">Option(variable size)</td></tr>
<tr><td colspan="10">Data(variable size)</td></tr>
</table>

- Source Port Number หมายเลขพอร์ตของผู้ส่งข้อมูล
- Destination Port Number หมายเลขพอร์ตของผู้รับข้อมูล
- Sequence Number คือฟิลด์ที่ระบุหมายเลขลำดับอ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลแต่ละครั้ง เพื่อใช้ในการแยกแยะว่าเป็นข้อมูลของชุดใด และนำมาจัดลำดับได้ถูกต้อง
- Acknowledgment Number ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ sequence number แต่จะใช้ในการตอบรับ
- Header Length โดยปกติความยาวของเฮดเดอร์ TCP จะมีความยาว 20 ไบต์ แต่อาจจะ มากกว่านั้น ถ้ามีข้อมูลในฟิลด์ Option แต่ต้องไม่เกิน 60 ไบต์
- Flag เป็นข้อมูลที่ใช้ในการระบุคุณลักษณะของ TCP segment ขณะนั้น และใช้ในการควบคุมการรับส่งข้อมูล โดยมีบิต flag ทั้งหมดคือ

  URG แสดงว่าข้อมูลในฟิลด์ Urgent Pointer นั้นมาใช้งานได้

  ACK แสดงว่าข้อมูลในฟิลด์ Acknowledge Number นำมาใช้งานได้

  DSH แจ้งให้ผู้รับข้อมูลทราบว่าควรส่งข้อมูลเซกเมนต์นี้ไปยังแอพพลิเคชันโดยเร็ว

  RST ยกเลิกการติดต่อ

  SYN ใช้ในการเริ่มต้นขอติดต่อปลายทาง

  FIN แจ้งเพื่อให้ปลายทางทราบว่ายุติการติดต่อ

Flag ในเฮดเดอร์ของ TCP มีความสำคัญในการกำหนดการทำงานของ TCP segment เนื่องจากข้อมูลในเฮดเดอร์ของ TCP จะมีข้อมูลครบถ้วนทั้งการรับและการส่ง

ข้อมูล ซึ่งในการทำงานแต่ละอย่างจะมีการใช้งานฟิลด์ไม่เหมือนกัน ซึ่ง flag จะเป็นตัวกำหนดว่าให้ใช้งานฟิลด์ เช่น ฟิลด์ Acknowledge Number จะไม่ถูกใช้ในขั้นตอนเริ่มต้นการเชื่อมต่อ แต่จะมีข้อมูลในฟิลด์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ไม่มีความหมายใดๆ ซึ่งถ้าไม่มี flag เป็นผกำหนด อาจจะมีการนำข้อมูลมาใช้ และก่อให้เกิดความผิดพลาดได้

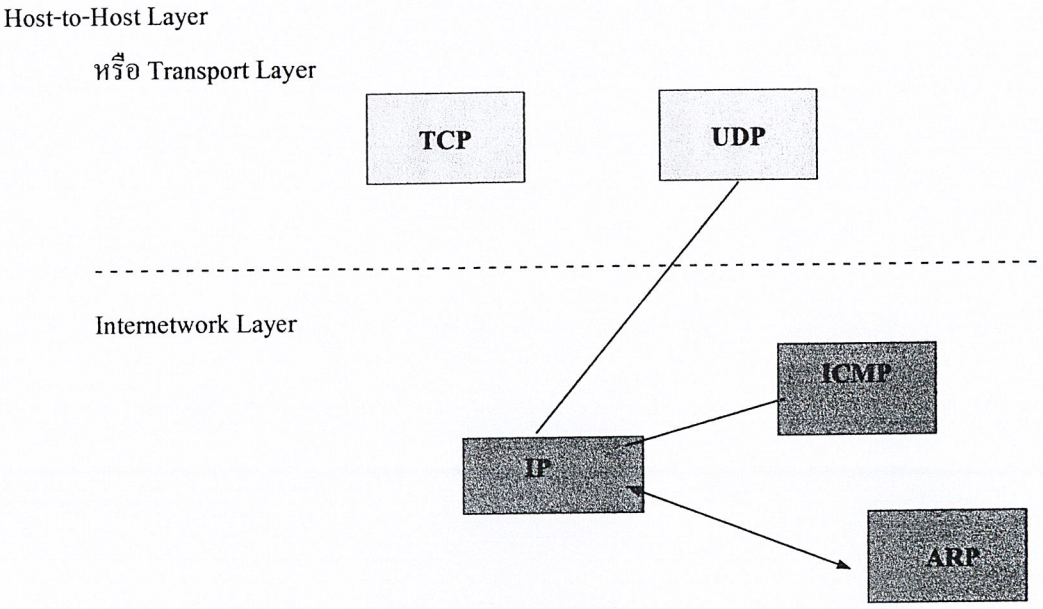
- Sliding-window size คือขนาดของการรับส่งข้อมูลในแต่ละครั้งที่ฝ่ายรับสามารถรับได้
- Checksum ฟิลด์ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของเซกเมนต์
- Urgent Pointer ระบุหมายเลย Sequence Number ของ TCP เซกเมนต์ล่าสุดที่อยู่ในโหมด urgent
- Option ใช้สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมบางอย่างที่ไม่กำหนดไว้ในเฮดเดอร์

2.1.3 ชั้นอินเตอร์เน็ตเวิร์ด (Internetwork Layer)

มีหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลในระหว่างเครือข่าย โดยมีโปรโตคอลที่ทำงานเป็นกลไกสำคัญในการส่งผ่านข้อมูลไปยังเครือข่ายใดๆบนอินเตอร์เน็ต คือ

2.1.3.1 โปรโตคอลไอซีเอ็มพี (ICMP: Internet Control Message Protocol)

หน้าที่หลักของโปรโตคอล ICMP คือ การแจ้งหรือแสดงข้อความจากระบบ เพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าเกิดอะไรขึ้นในการส่งผ่านข้อมูลนั้นซึ่งปัญหาส่วนมากที่พบคือส่งไปไม่ได้หรือปลายทางรับข้อมูลไม่ได้ นอกจากนี้โปรโตคอล ICMP ยังถูกเรียกใช้งานจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์และเราเตอร์อีกด้วย เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ควบคุม ส่วนรูปแบบการทำงานของโปรโตคอล ICMP นั้นจะทำการควบคู่กับโปรโตคอล IP ในระดับเดียวกัน และข้อความต่างๆที่แจ้งให้ทราบจะถูกผนึกอยู่ภายในข้อมูลของ IP (IP datagram) อีกทีหนึ่ง



รูปที่ 2.2 โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี

ข้อความที่โปรโตคอล ICMP ส่งนั้นแบ่งออกได้ 2 แบบ คือ ICMP error message หรือข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และ ICMP query หรือข้อความเรียกขอข้อมูลเพิ่ม ตัวอย่างกลไกการทำงานของโปรโตคอล ICMP เช่น เมื่อมีการส่งผ่านข้อมูลจากผู้ใช้ไปยังปลายทางที่ไม่ถูกต้อง หรือขณะนั้นเครื่องปลายทางเกิดปัญหาจนไม่สามารถรับข้อมูลได้ ที่เราเตอร์ จะส่งข้อความแจ้งเป็น ICMP message ที่ชื่อ destination unreachable ให้กับผู้ส่งข้อมูล นอกจากตัวข้อมูลที่แจ้งข้อความก็จะมีส่วนของข้อมูล IP datagram ที่เกิดปัญหาด้วย ดังนั้นเมื่อผู้ส่งข้อมูลได้รับข้อความแจ้งแล้วก็จะทราบได้ว่าจุดที่เกิดปัญหาอยู่ที่ใด

ดังนั้นโปรโตคอล ICMP จึงกลายมาเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการช่วยทดสอบเครือข่าย เช่น คำสั่ง ping ที่เรามักใช้ทดสอบว่าเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการหรืออุปกรณ์ที่ต่ออยู่ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้นยังทำงานเป็นปกติหรือไม่ แล้วคำสั่ง ping มีการเรียกใช้งานโปรโตคอล ICMP แจ้งเป็นข้อความให้ทราบอีกต่อหนึ่ง

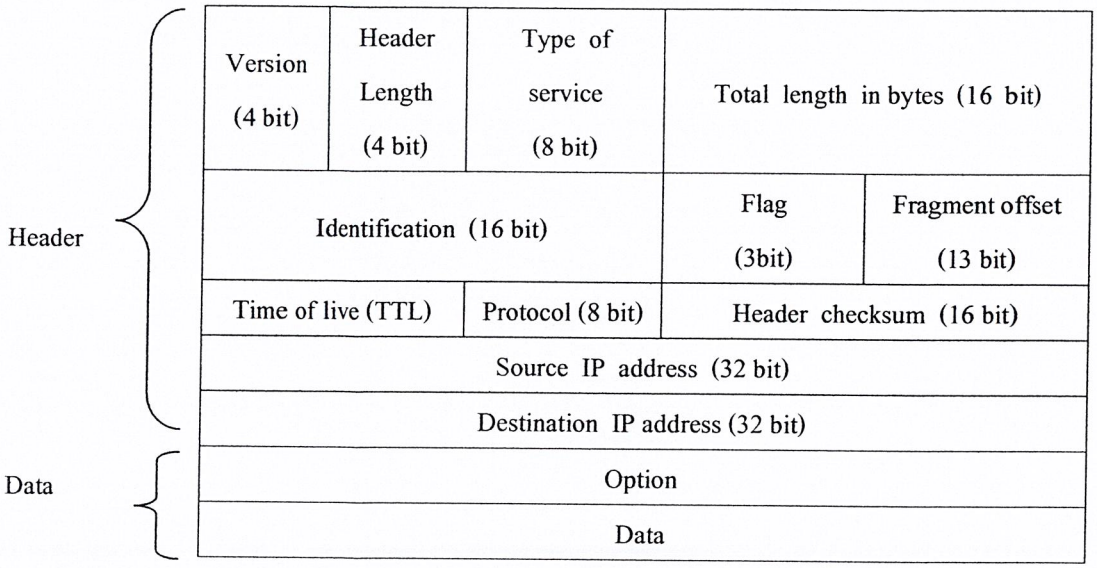
2.1.3.2 โปรโตคอลเออาร์พี (ARP: Address Resolution Protocol)

โปรโตคอลเออาร์พี ถูกเรียกใช้งานโดยโปรโตคอลไอพี เพื่อช่วยแปลงหมายเลขไอพี ไปเป็นหมายเลขทางฮาร์แวร์ปลายทาง ตัวอย่างเช่น เว็บเซิร์ฟเวอร์เครื่องหนึ่งเชื่อมต่ออยู่ใน เครือข่ายอินเตอร์เน็ต และในการเชื่อมต่อนี้ต้องอาศัย Network Interface Card (NIC) หรือ LAN card ติดตั้งอยู่ที่การ์ดแลนด์ (LAN card) นี้เองจะมีหมายเลขเฉพาะประจำฮาร์แวร์ที่ไม่ซ้ำใคร เพื่อใช้อ้างอิงการส่งข้อมูลในเครือข่าย แต่เมื่อมาใช้งานในโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี ก็จะต้องมีการกำหนดหมายเลข IP Address ประจำตัวเพื่อใช้อ้างอิงกัน และโปรโตคอล ARP จะทำหน้าที่แปลงค่าหมายเลย IP ให้เป็นหมายเลขฮาร์แวร์จริงให้ในระดับการทำงานที่ Internetwork layer นี้ ซึ่งกลไกการแปลงนี้เรียกว่า address resolution

2.1.3.3 โปรโตคอลไอพี (IP: Internet Protocol)

ให้บริการส่งผ่านข้อมูลที่มาจาก Host-to-Host layer เพื่อส่งข้ามไปยังเครือข่ายใดๆได้ถูกต้อง แม้ว่าเครือข่ายเชื่อมต่อกันอยู่ในอินเตอร์เน็ตเป็นล้านๆเครือข่ายก็ตาม เนื่องจากโปรโตคอลไอพี มีข้อมูลข้อมูลตำแหน่ง IP ปลายทางที่จะส่งข้อมูล ไปให้โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ Router เพื่อส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายออกไปได้ ตัวโปรโตคอลไอพีจะทำงานแบบแพ็ตแก็จสวิตช์ (packet switching) คือมีการส่งข้อมูลผ่านสวิตช์ (switch) ไปยังปลายทาง ตัววงจรผ่านหรือ switch นี้อาจเป็นเกตเวย์ หรือ Router ในระบบเครือข่ายก็ได้ ซึ่งในข้อมูลของโปรโตคอล IP จะมีข้อมูลของหมายเลขไอพีปลายทางที่จะส่งข้อมูลไป และเมื่อถึงเครือข่ายปลายทางแล้ว จะมีกลไกแปลงหมายเลขไอพี ให้เป็นหมายเลขฮาร์แวร์ประจำเครื่องที่ถูกต้องอีกทีหนึ่ง ด้วยโปรโตคอลเออาร์พี

การเชื่อต่อของไอพี เพื่อทำการส่งข้อมูล จะเป็นแบบ Connectionless หรือเกิดเส้นทางการเชื่อมต่อในทุกๆครั้งของการส่งข้อมูล 1 datagram (datagram คือหน่วยข้อมูล) อาจจะเกิดการส่งได้หลายครั้ง ในกรณีที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ (fragmentation) และถูกนำไปรวมเป็น datagram เดิมเมื่อถึงปลายทาง



รูปที่ 2.3 รูปแบบของ IP Datagram

หน่วยข้อมูลดาต้าแกรมไอพีแต่ละส่วนจะประกอบด้วย ส่วนของข้อมูลที่รับมาจากส่วนของงานทีซีพี หรือยูดีพี และส่วนของข้อมูลหัว (Header) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Version หมายถึง รุ่นของข้อกำหนดไอพี
- Header Length ความยาวของข้อมูลนำทาง
- Type of service วิธีการจัดการกับข้อมูล
- Total Length ความยาวของหน่วยข้อมูล
- Identification, Flags และ Fragment offset รายละเอียดที่เกี่ยวกับการแบ่งย่อยข้อมูล ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล
- Time to live เวลาสูงสุดที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งกำหนดมาจากต้นทาง เวลานี้จะลดลงเรื่อยๆ ในระหว่างทาง ถ้าลดไปถึง 0 หน่วยข้อมูลนั้นจะถูกกำจัดไป
- Protocol ชนิดของข้อมูลเป็นยูดีพี หรือ ทีซีพี
- Header Checksum ค่าตรวจสอบข้อมูลนำทาง
- IP Address หมายเลข Internet wide IP (NSP) ของเครื่องต้นทางและปลายทาง

- Option ของข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย บันทึกเส้นทางเดินของข้อมูลและเวลาที่ข้อมูลเดินทางมาถึง เป็นต้น

กลไกของโปรโตคอล IP

ในการส่งผ่านข้อมูล หรือหน่วยข้อมูลไอพี ไปยังเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้นโปรโตคอลไอพีจะทำหน้าที่พิจารณาว่า ปลายทางในการส่งหน่วยข้อมูลไอพีนั้นจะเป็นภายในเครือข่ายของตนเอง หรือจะต้องส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายไปอีก โดยพิจารณานี้จะดูโปรโตคอลไอพีแอสเดรสปลายทางว่าส่วนที่เป็นค่าหมายเลขเครือข่าย (Network address) จะเหมือนกับค่าหมายเลขเครือข่ายของไอพีแอดเดรสต้นทางหรือไม่ ถ้าค่าตรงกันแสดงว่าการส่งข้อมูลอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกัน แต่ถ้าค่าต่างกันแสดงว่าต้องส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่อยู่คนละเครือข่ายกัน

การส่งข้อมูลภายในเครือข่ายเดียวกัน มีกลไกดังนี้

- โปรโตคอลไอพี จะเรียกใช้บริการโปรโตคอล ARP (Address Resolution Protocol) เพื่อแปลง หมายเลข ไอพีปลายทาง ให้เป็นค่าหมายเลขฮาร์แวร์ เช่น MAC address
- เมื่อโปรโตคอลไอพี ได้รับค่าหมายเลขฮาร์แวร์แล้ว ก็จะส่งข้อมูลนั้นไปยังฮาร์แวร์ที่ระบุไว้

การส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย มีกลไกดังนี้

- โปรโตคอลไอพี ตรวจสอบพบว่าหมายเลขไอพีแอดเดรสปลายทาง อยู่คนละเครือข่ายกันโดยโปรโตคอลไอพี จะอ่านค่าไอพีแอดเดรสของ Router เพื่อเตรียมส่งข้อมูลไปที่ Router แทนซึ่งในที่นี้จะมีการกำหนดเป็น default router
- โปรโตคอลไอพี จะเรียกใช้บริการโปรโตคอล ARP เพื่อทำการแปลงค่าไอพีแอดเดรสของ Router ให้เป็นค่าหมายเลขฮาร์แวร์
- โปรโตคอลไอพี ส่งหน่วยข้อมูลไปยัง Router ที่กำหนดไว้ จากนั้น Router ส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายไปตามขั้นตอนดังนี้

1. หน่วยข้อมูลไอพี (datagram)

หัวใจหลักของการส่งผ่านหน่วยข้อมูล TCP/IP ซึ่งจะเป็นชุดของข้อมูลซึ่งประกอบด้วยแหล่งที่มา, แอดเดรสปลายทาง, ข้อมูลชนิดของบริการ, ข้อมูลผู้ใช้ และข้อมูลของความผิดพลาดที่ได้รับการแก้ไขหน่วยข้อมูลไอพี จะประกอบด้วยส่วนของ Header Block ของข้อมูลซึ่งข้อมูล

สามารถที่จะกำหนดขึ้นอยู่กับชนิดของการบริการ และความต้องการของผู้ใช้ในส่วนของข้อมูลนำทาง จะประกอบด้วยชุดของ Well-Defined Field

2. ข้อมูลนำทางไอพี (IP Header)

จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังรูปที่2.3

3. ไอพีโฮสต์แอดเดรส และการหาเส้นทาง (IP Address and IP routing)

ไอพีโฮสต์แอดเดรส จะเป็นส่วนข้อมูล 32 บิต ซึ่งมีเพียงหมายเลขเดียวเท่านั้นทีเหมือนกัน ซึ่งใช้ในการติดต่อกับ อินเตอร์เน็ตโฮลต์ ส่วนของเกตเวย์ (เป็นตัวทำหน้าที่ Interface Network ที่มีมากกว่า 1 เครือข่าย) จะมีโฮลต์อยู่มากมายตามหลักที่ถูกต้องคือ 4 ไบต์ ของอินเตอร์เน็ต โฮลต์แอดเดรสมักเขียนให้อยู่ในรูปของเลขฐานสิบ ตัวอย่างเช่น 121.0.0.1

อินเตอร์เน็ตโฮลต์แอดเดรส ส่วนมากจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Network address และ Actual โฮสต์แอดเดรส ถ้าเรียงตามความยาวทั้งสองตามแอดเดรส โดยมากจะขึ้นอยู่กับการกำหนดไบต์ในแอดเดรสเสียเป็นส่วนใหญ่

Class A Network address จะสังเกตได้ว่า ไบต์แรกจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 127 และจะประกอบไปด้วย 8 บิต network จะประกอบด้วย 24 บิต โฮสต์แอดเดรส เนื่องจากแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0 และ 127 จะถูกสงวนไว้ ซึ่งสามารถมีค่าสูงสุดคือ 126 class A Subnets ใน Class A นี้สามารถมีได้ทั้งหมด 16,777,214 โฮสต์ (แอดเดรส อยู่ในรูป nnn.0.0.0 และ nnn.255.255.255 จะถูกสงวนไว้)

Class B Network address จะสังเกตได้จากตัวเลขหน้าสุดอยู่ระหว่าง 128 และ 191, Class B Network จะประกอบไปด้วย 16 บิต โฮสต์แอดเดรส และสามารถมี 16,383 Subnets Class B Subnet สามารถที่จะบรรจุได้ถึง 65,534 โฮสต์ (แอดเดรสอยู่ในรูป nnn.mmm.0.0 และ nnn.mmm.255.255 จะถูกสงวนไว้)

Class C Network address จะสังเกตได้จากตัวเลขหน้าสุดอยู่ระหว่าง 192 และ223 ซึ่งจะมีได้ 2,097,152 Subnets Class C Subnet สามารถที่จะระบุได้ 254 โฮสต์ (โดยเริ่มที่ แอดเดรส nnn.mmm.bbb.0 และ nnn.mmm.bbb.255 จะถูกสงวนเอาไว้)

Class D Network addresss (โดยทั่วไปตัวเลขไบต์แรกาจะอยู่ระหว่าง 224 ถึง 255) จะถูกสงวนไว้เพื่อให้ IP Multitasking ที่ถูกจำกัดจากในส่วนของ IP brocastion

4. ชื่อโฮสต์ (Host Name)

ในระหว่างการคิดค้นประดิษฐ์อินเตอร์เน็ต ซึ่งไม่เพียงพอและอีกอย่างหนึ่งคือ ตัวเลขเหล่านี้เป็นการยากที่จะจดจำ และอีกอย่างถ้าเกิดโฮสต์แอดเดรส มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องจากหลายๆสาเหตุ จึงทำให้เกิดความยุ่งยาก ดังนั้นระบบ Naming System จึงได้ถูกสร้างขึ้นมาซึ่งใช้ในการ Map ตัวเลขของไอพีแอดเดรสไปเป็น Memories Host Names

ในทุกวันนี้จะมีอยู่ 5 โฮสต์ บนอินเตอร์เน็ตทุกๆโฮสต์ จะถูกจับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของไฟล์กับข้อมูลของอินเตอร์เน็ตโฮสต์ทุกตัว และแอดเดรส อย่างไรก็ตามอินเตอร์เน็ตก็ได้เจริญเติบโตมาอย่างต่อเนื่องทำให้ดูว่าจะไม่เพียงพอ อย่างแรกคือการตั้งชื่ออินเตอร์เน็ตโฮสต์จะทำได้มีมาตรฐานอย่างที่ 2 คือ ทางด้านฮาร์แวร์ สามารถที่จะแยกแยะ ความต้องการที่จะติดต่อกับทุกเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกตัว ที่ต่ออินเตอร์เน็ตอยู่

คำตอบของปัญหานี้คือการกำหนด Domain Name System (DNS) ซึ่งจะเป็นตัวจัดระเบียบของการตั้งชื่อ (Naming System) รูปแบบของ Domain Names คือจะคล้ายกันทุกคนที่ใช้อินเตอร์เน็ตโดยปกติจะตั้งชื่ออยู่ในรูปแบบคือ Host Subdomain Domain

ในส่วนนี้จะกำหนดโดยหน่วยงานหนึ่ง (ส่วนมากเป็นหน่วยงานในสหรัฐ) หรือโดยแต่ละประเทศโดยจะมีดังต่อไปนี้

GOV: Government Bodies

EDU: Education Institutions

COM: Commercial enterprises

MIL: Military organization

ORG: Other organization

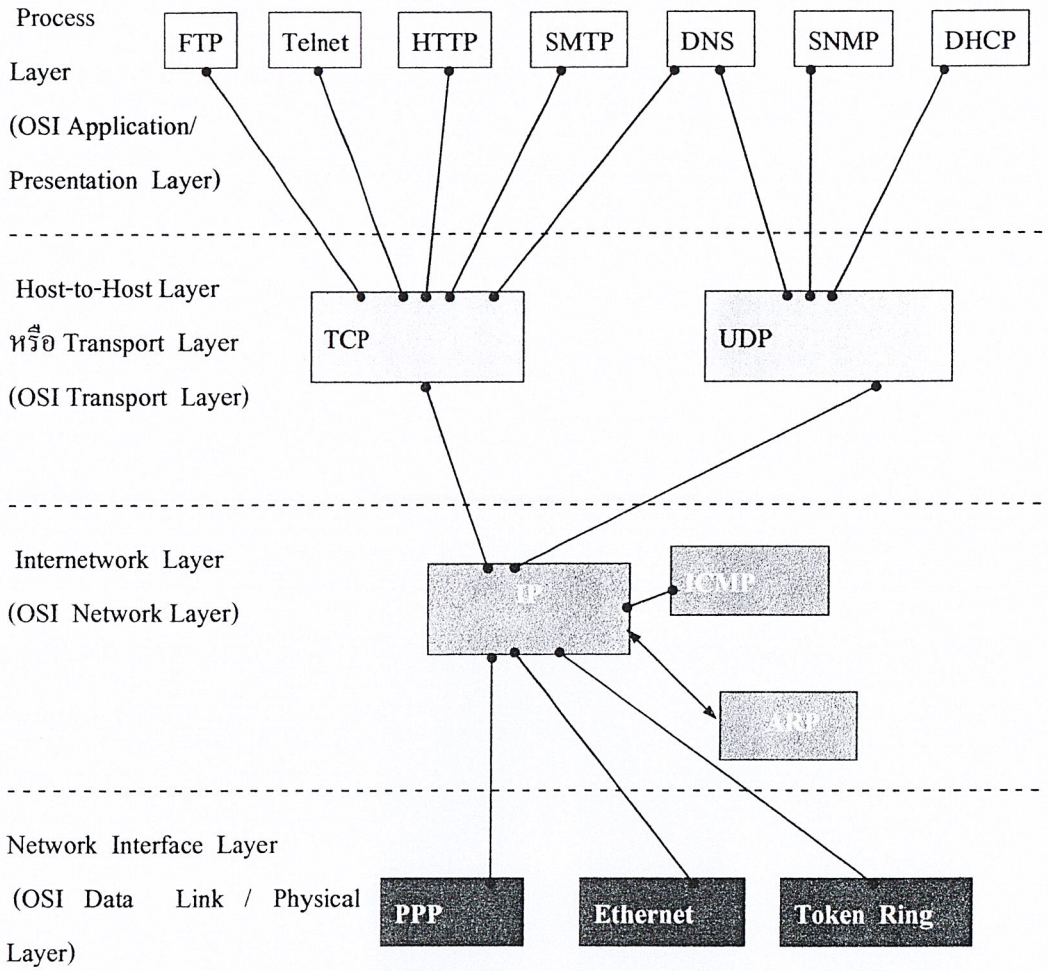
Top-level Domain โดยใช้ชื่อประเทศ มักจะใช้ตามมาตรฐาน ISO 3166 โดยจะใช้อักษรย่อ 2 ตัว ของชื่อประเทศ

การทำงานเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นเป็นเรื่องค่อนข้างซับซ้อน จนทำให้เราสร้างข้อกำหนดต่างๆขึ้นมาเพื่อให้วิธีการสื่อสารระหว่างกันเป็นไปได้โดยราบรื่น แล้วก็ทำให้เกิดเป็นโปรโตคอลมากมายหลายชนิดมาใช้งานร่วมกับเครือข่าย ซึ่งเรามีการแบ่งโปรโตคอล ต่างๆ ออกเป็นระดับชั้น เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและง่ายต่อการทำความเข้าใจ

2.1.4 ชั้นการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface Layer)

เนื่องจากในด้านกายภาพของเครือข่ายนั้น มีหลายวิธีการและหลายรูปแบบในการเชื่อมต่อระบบให้เป็นเครือข่าย แต่อย่างไรก็ตาม ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ข้อมูล หรือหน่วยข้อมูลไอพี จะถูกถ่ายทอดและส่งผ่านไปยังปลายทาง โดยไม่คำนึงถึงรูปแบบการเชื่อมต่อทางกายภาพ ไม่ว่าจะเป็นใช้เครือข่าย Ethernet ธรรมดาหรือเครือข่าย Token Ring, ATM, ISDN ฯลฯ ก็ตามการทำงานระดับล่างสุดต่อจาก Internetwork layer จะเป็นการแปลงหน่วยข้อมูลไอพี ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสม และแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งไปยังเครือข่ายต่อไปซึ่งในชั้น Network Internet Interface layer นี้เมื่อเทียบกับมาตรฐาน OSI model แล้วจะเป็นการรวม 2 layer เข้าด้วยคือ Data link layer และ Physical layer กล่าวโดยสรุปคือ การทำงานในขั้นตอนต่างๆ ตามโครงสร้างของโปรโตคอล TCP/IP จะมีลักษณะดังรูป 2.4 ซึ่งในแต่ละชั้น หรือ layer จะมีโปรโตคอลหลักทำหน้าที่ต่างๆและส่งผ่านข้อมูลไปยังเครือข่ายและออกสู่อินเตอร์เน็ต

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี

กล่าวโดยสรุปก็คือ โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี ทำงานโดยแบ่งออกเป็นชั้นเทียบกับโอเอสไอได้ กลไกในการทำงานของโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี มี 4 ชั้น ซึ่งในขั้นแรกคือชั้นโปรเซส (Process layer) ทำหน้าที่ติดต่อกับแอปพลิเคชั่นและโปรโตคอลที่แอปพลิชั่นนั้นๆใช้งานและส่งต่อมาให้ชั้น Host-to-Host layer เพื่อติดต่อกัน ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้บริการกับเครื่องผู้ขอใช้บริการ ต่อมาเป็นการผนึกข้อมูลไปเป็น หน่วยข้อมูลไอพี ที่ชั้น Internetwork layer โดยอาศัยโปรโตรคอลไอพีเพื่อให้สามารถออกสู่โลกภายนอก ต้องอาศัยกลไกในชั้น Network Interface layer เพื่อแปลงข้อมูลใหม่ เพิ่มข้อมูลใหม่ เพิ่มข้อมูลที่จำเป็นในการอ้างอิงตำแหน่ง และแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งออก

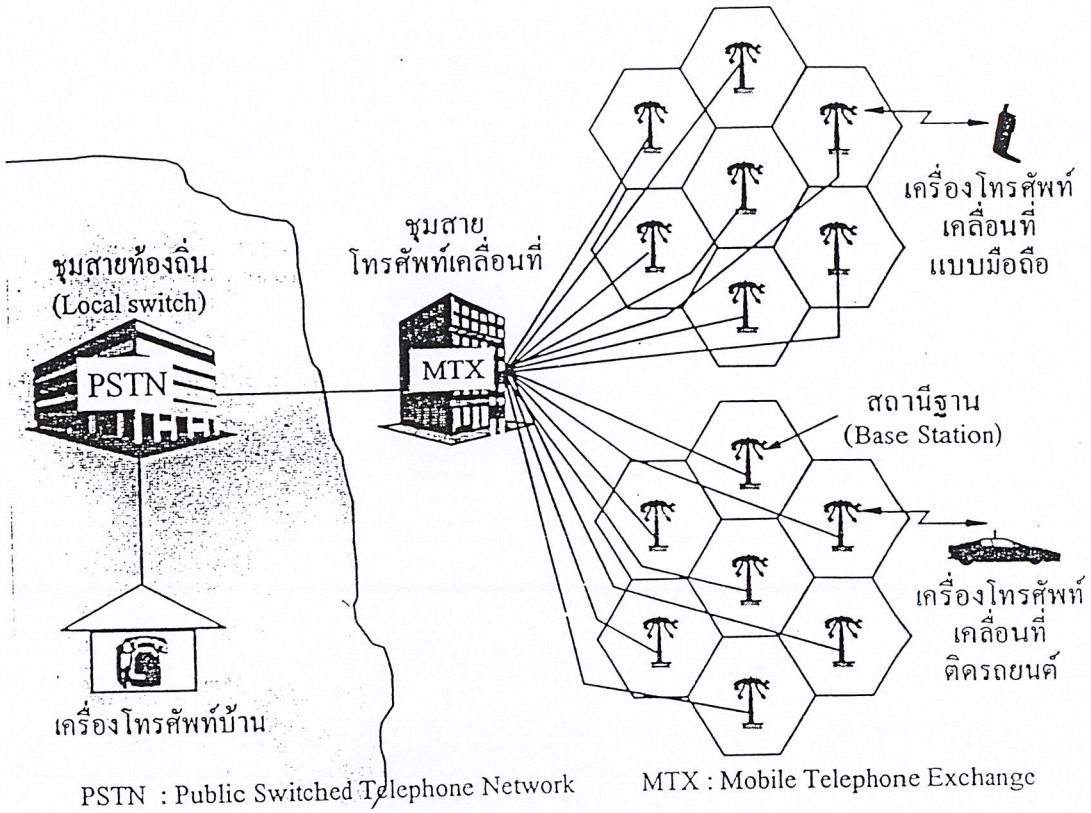
55765

ไปเครือข่าย และอาจจะออกไปยังเกตเวย์ หรือเราเตอร์ เพื่อข้ามเครือข่ายออกไปยังเส้นทางที่กำหนดไว้ในอินเตอร์เน็ตต่อโปรโตคอลหรือมากกว่า ในแต่ละโปรโตคอลเหล่านี้ก็จะรับผิดชอบหน้าที่ของตน เพื่อผ่านข้อมูลลงไปยังระดับล่าง และออกสู่เครือข่ายอินเตอร์เน็ตในที่สุด

2.2 ระบบการทำงานของระบบเครือข่ายจีเอสเอ็ม (GSM)

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเครือข่าย จีเอสเอ็ม (GSM: Global System for Mobile communication) ใช้เทคนิคของ TDMA (Time Division Mutilple Access) หรือการแบ่งเวลากันใช้ ทำให้ 1 ช่องความถี่นั้น สามารถคุยกันได้ ถึง 8 คู่สนทนา ซึ่งอาศัยข้อดีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ ที่สามารถปรับเปลี่ยนภายในระบบที่จะทำให้สามารถรองรับสภาพทราฟฟิคได้สูงขึ้น โดยการปรับขนาดของเซล และจัดตำแหน่งของเซลให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

ระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ที่มีใช้ในปัจจุบัน ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MTX: Mobile Telephone exchange) สถานีฐาน (BS: Base Station) หรือเซลไซท์ (CS: Cell Site) และเครื่องรับโทรศัพท์เคลื่อนที่(MS: Mobil Station) โดยมีจะการเชื่อมโยงกับชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (Local Switch) ในส่วนของโครงข่ายโทรศัพท์สาธารณะ (PSTN: Public Switch Telephone Network) ด้วย ซึ่งจะทำให้เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถติดต่อกับโทรศัพท์ธรรมดาได้ ลักษณะของโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์เบื้องต้นแสดงในรูป 2.5



รูปที่ 2.5 โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์

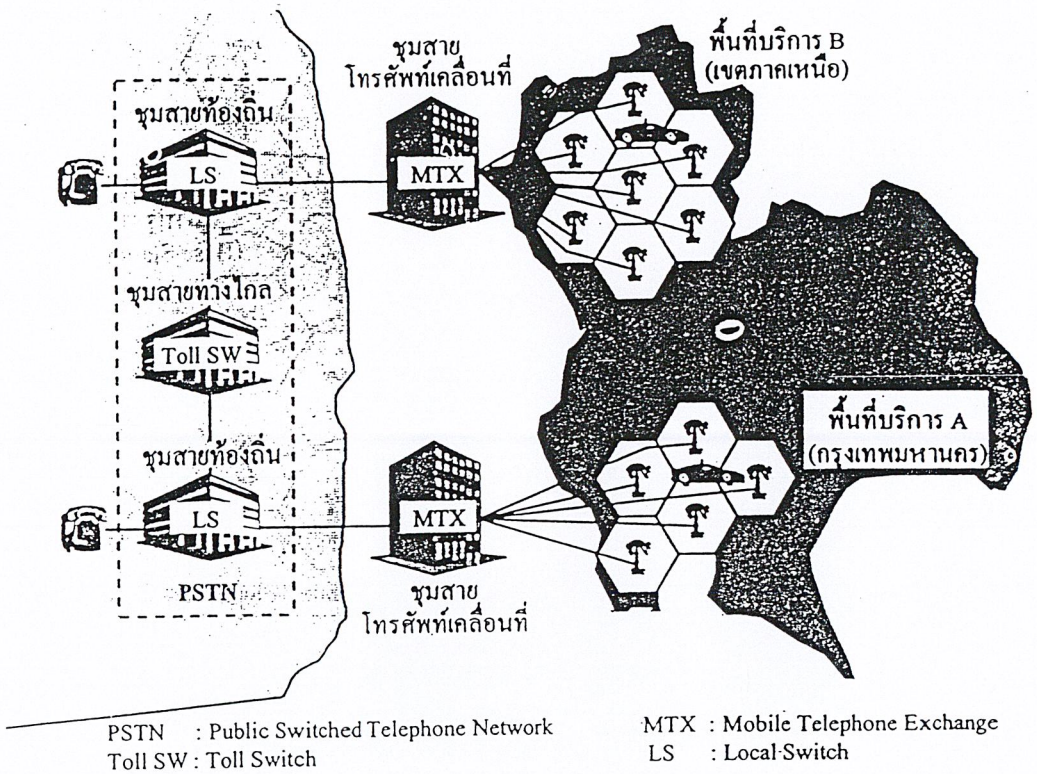
2.2.1 โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์ ประกอบด้วย

1. ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MTX: Mobile Telephone exchange)
2. สถานีฐาน (BS: Base station) หรือ เซลไซท์ (CS: Cell Site)
3. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MS: Mobile Station)

1. ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นส่วนสำคัญที่สุดในโครงข่าย โดยมีหน้าที่ในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบโครงข่าย และเป็นสวิตช์ในการเชื่อมโยงระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่กับโทรศัพท์ธรรมดาของชุมสายโทรศัพท์ท้องถิ่น (LS: Local Switch) รวมทั้งเชื่อมโยงระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน หน้าที่อีกอย่างหนึ่งก็คือควบคุมการทำงานของสถานีฐาน ซึ่งการ

ติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีฐานกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีทั้งสัญญาณเสียงและสัญญาณข้อมูลด้วยกัน



รูปที่ 2.6 โครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในพื้นที่ห่างกัน

ชุมสายของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีอยู่จะเป็นส่วนที่ใช้ในการแบ่งขอบเขตของพื้นที่การให้บริการอีกด้วย ตัวอย่างเช่น ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ A จะควบคุมพื้นที่ในในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล ชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ B จะควบคุมพื้นที่ในเขตภาคเหนือ เป็นต้น เนื่องจากพื้นที่การบริการทั้งสองเขตอยู่ห่างกัน จึงไม่สามารถที่จะใช้ชุมสายเดียวกันในการควบคุมสถานีฐานทั้ง 2 เขตได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ดังนั้นเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีการเคลื่อนตัวไปยังอีกเขตพื้นที่หนึ่งจะเกิดขบวนการหนึ่งที่เรียกว่า การโรมมิ่ง (Roaming)

ฟังก์ชั่นการทำงานของชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะมีหลายอย่าง เช่น การค้นหาเครื่องโทรศัพท์ที่ถูกเรียก (Paging) การแฮนด์ออฟ (Hand-off) หรือการเปลี่ยนเซล การตรวจสอบสภาวะการใช้หรือไม่ใช้งาน การสแกนหาช่องสัญญาณ ฯลฯ

2. สถานีฐานหรือเซลไซท์

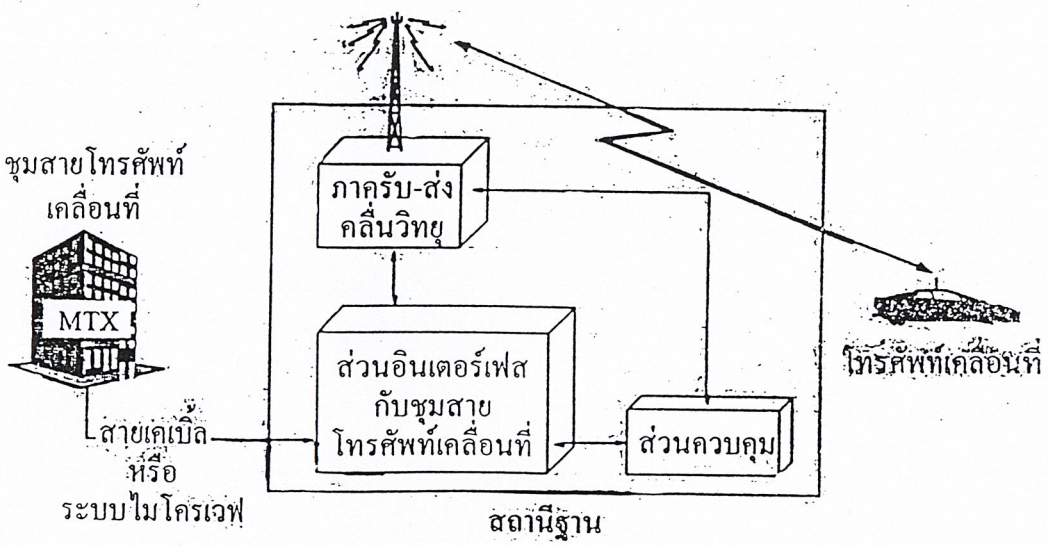
สถานีฐานในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่กับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยส่วนที่ติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะใช้การรับ-ส่งสัญญาณทางคลื่นวิทยุเพื่อให้บริการในกรณีที่มีการเรียกเข้าหรือการเรียกจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยกัน ส่วนการเชื่อมโยงกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะใช้การติดต่อผ่านทางคู่สายหรือทางคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งจะมีทั้งสัญญาณเสียงและสัญญาณควบคุม

สถานีฐานประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนของการรับ-ส่งคลื่นวิทยุ ส่วนควบคุม และส่วนอินเตอร์เฟสกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ส่วนประกอบการทำงานกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ส่วนของการรับ-ส่งคลื่นวิทยุ ก็คือ เครื่องรับ เครื่องส่ง และสายอากาศ
2. ส่วนควบคุมจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงาน
3. มอนิเตอร์ระดับของสัญญาณเพื่อให้ในการแฮนด์ออฟ
4. การดูแลตรวจตราการเรียก (Supervision of Calls)

3. อินเตอร์เฟสกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่จะทำหน้าที่ในการเชื่อมโยงสัญญาณเสียงและสัญญาณข้อมูล ระหว่างสถานีฐานกับชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยผ่านทางสายเคเบิ้ล หรือระบบไมโครเวฟ ลักษณะโครงสร้างของสถานีฐานและการเชื่อมโยงในโครงข่ายแสดงในรูป 2.7



รูปที่ 2.7 โครงสร้างของสถานีฐาน

3. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงกับผู้ใช้ ซึ่งจะมีการใช้งานที่คล้ายกับโทรศัพท์ธรรมดาแต่จะแตกต่างกันที่จะรวมฟังก์ชั่นของโทรศัพท์กับฟังก์ชั่นการรับ-ส่งคลื่นวิทยุเข้าด้วยกัน ทำให้เครื่องโทรศัพท์ไม่จำเป็นต้องใช้การติดต่อผ่านทางคู่สายเหมือนโทรศัพท์ธรรมดา การติดต่อของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นแบบฟลูดูเพล็ก (Full Duplex) โดยในแต่ละการติดต่อจะใช้ช่องสัญญาณจำนวน 2 ช่อง นั่นก็คือจะใช้ 2 ความถี่ โดยความถี่หนึ่งจะใช้ในการส่งไปยังสถานีฐาน และอีกความถี่หนึ่งจะใช้ในการรับสัญญาณที่ส่งมาจากสถานีฐานและมีกำลังส่งที่ไม่สูงมากนัก ซึ่งมีตั้งแต่ 0.6-10 วัตต์ ตามขนาดของการใช้งาน เช่น เครื่องโทรศัพท์แบบติดตั้งในรถยนต์แบบหิ้วถือ หรือแบบมือถือซึ่งมีขนาดเล็กมาก เป็นต้น การส่งสัญญาณจะมีการส่งทั้งสัญญาณเสียงพูดและสัญญาณข้อมูล โดยสัญญาณเสียงจะถูกมอดูเลทในแบบ FM (Frequency Modulation) ส่วนสัญญาณข้อมูลจะมีการมอดูเลทในแบบ FSK (Frequency Shift Keying) สัญญาณข้อมูลนี้จะถูกส่งไปให้ไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เช่น ควบคุมการร้องขอการเรียก (Origination Request) การบันทึกพื้นที่บริการที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้อยู่ ใช้ในการกำหนดช่องสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อข้อความคำสั่งในการแฮนด์ออฟที่ส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ฯลฯ

2.2.2 การให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์

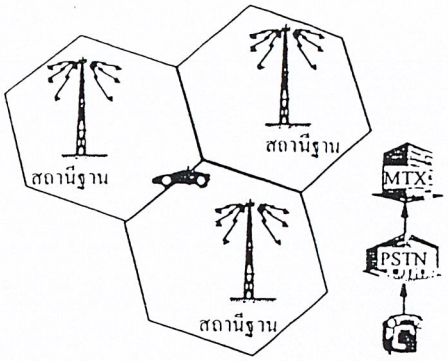
การให้บริการของโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบเซลลูลาร์จะมีขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยากกว่าระบบโทรศัพท์ธรรมดา ซึ่งต้องมีการติดต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีฐาน โดยมีการส่งข้อมูลในการควบคุมของการเรียก เกิดขึ้นทั้งบนช่องสัญญาณเสียงและช่องสัญญาณควบคุม ขั้นตอนในการเรียกที่เกิดขึ้นกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะสามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะดังนี้

1. การเรียกจากภายนอกไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Call to Mobile)
2. การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile originating call)

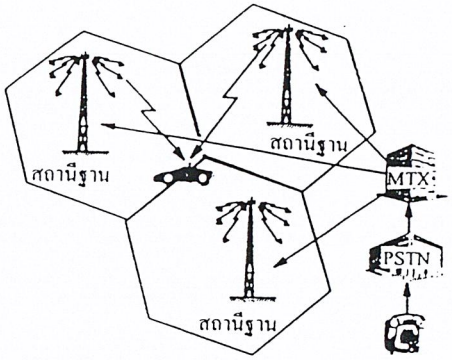
การทำงานของการเรียกทั้ง 2 แบบนี้จะสามารถกล่าวได้ดังนี้

1. การเรียกจากภายนอกไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

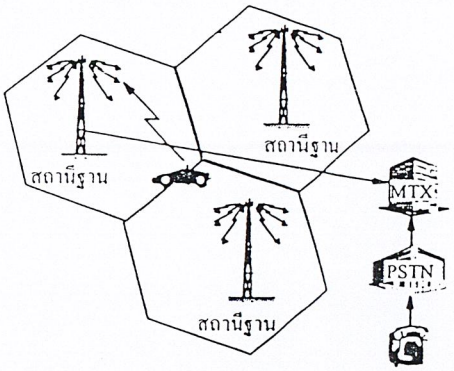
เมื่อเครื่องโทรศัพท์ธรรมดาต้องการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะเริ่มจากหมุนหมายเลขของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทางชุมสายท้องถิ่นจะทำการสวิตช์ไปยังชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (MXT) ดังรูป 2.8 ก หลังจากนั้นชุมสายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการค้นหาโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ต้องการติดต่อดังรูป 2.8 ข โดยการส่งสัญญาณแพจจิ้ง (Paging) ซึ่งเป็นการส่งแบบกระจายเสียง (Broadcast) ไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุกเครื่องที่อยู่ในพื้นที่บริการทั้งหมด แต่ละเครื่องก็จะทำการตรวจสอบว่าหมายเลขที่ส่งมาตรงกับหมายเลขของตนเองหรือไม่ ซึ่งจะมีอยู่เพียงเครื่องเดียวที่มีหมายเลขตรงกัน เมื่อตรงกับหมายเลขของตนเอง เครื่องโทรศัพท์ก็จะทำการตอบรับกลับไปยังชุมสาย ผ่านทางสถานีฐานที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้บริการอยู่ ดังในรูปที่ 2.8 ค ชุมสาย MTX ก็จะทำการกำหนดช่องสัญญาณเสียงที่เหมาะสมให้กับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ (เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละเครื่องไม่จำเป็นต้องใช้ช่องสัญญาณใดช่องสัญญาณหนึ่งโดยเฉพาะ) ดังรูปที่ 2.8 ง หลังจากนั้นเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการปรับความถี่ไปยังช่องสัญญาณที่กำหนด แสดงว่าเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมแล้ว ชุมสาย MTX ก็จะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่ามีคนโทรเข้ามาแล้ว ดังรูปที่ 2.8 จ เมื่อผู้ใช้ยกหูโทรศัพท์ก็จะทำการเชื่อมโยงสัญญาณเสียงเข้ากับชุมสายท้องถิ่นของโทรศัพท์พื้นฐาน PSTN ที่เชื่อมต่อกับปลายทางของผู้เรียก ดังนั้นจึงสามารถที่จะสนทนากันได้ ดังในรูปที่ 2.8 ฉ



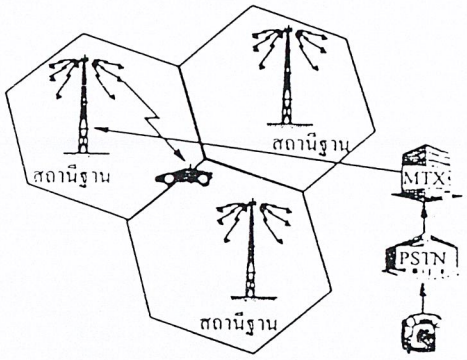
ก) ชุมสาย MTX ได้รับสัญญาณหมายเลขจากชุมสาย PSTN



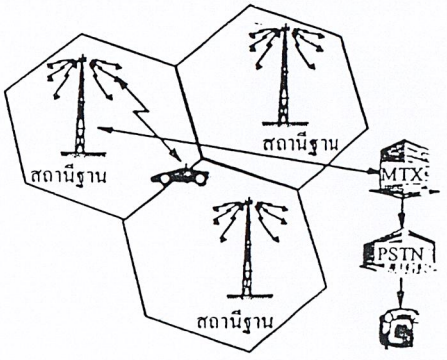
ข) ชุมสาย MTX ส่งสัญญาณเพจจิ้งไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่



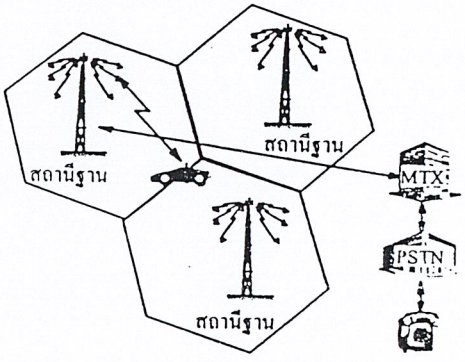
ค) เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ตอบรับสัญญาณเพจจิ้ง



ง) ชุมสาย MTX กำหนดช่องสัญญาณเสียงที่จะใช้



จ) ชุมสาย MTX ส่งสัญญาณกระดิ่งให้กับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่



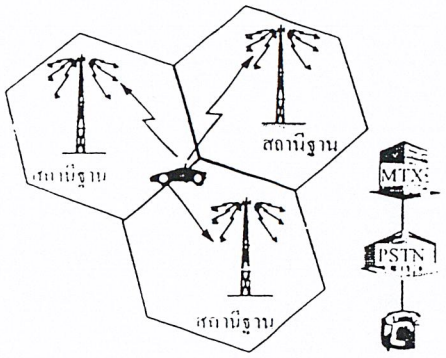
ฉ) สนทนากันได้เรียบร้อย

MTX : Mobile Telephone Exchange PSTN : Public Switched Telephone Network

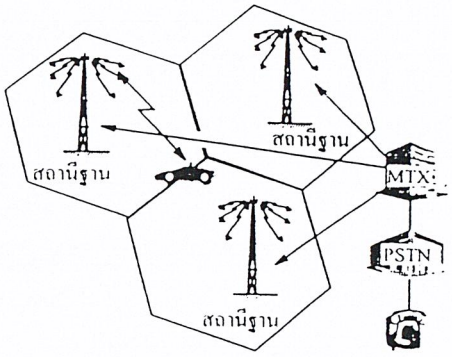
รูปที่ 2.8 การเรียกจากภายนอกไปยังเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

2. การเรียกจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่

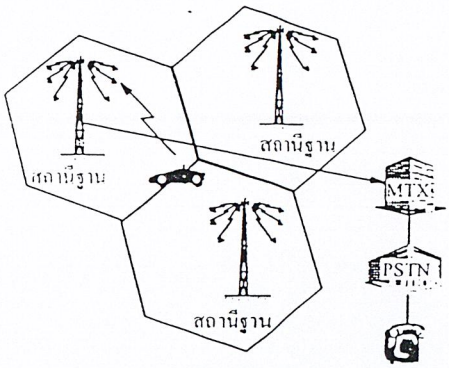
เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ต้องการโทรออกไปยังโทรศัพท์อื่นๆ โดยที่ขณะนั้นเครื่องโทรศัพท์จะต้องอยู่ในสภาวะที่ว่าง คือ เข้าสู่ระบบแล้วอยู่ในสภาวะเตรียมพร้อมอยู่ ผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการป้อนหมายเลขของโทรศัพท์ปลายทางที่ต้องการติดต่อ และเมื่อผู้ใช้ทำการเรียกหมายเลขโทรศัพท์ปลายทาง (โดยการกดปุ่ม "Send") การเรียกจะเริ่มต้นโดยการที่เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการสแกนหาช่องสัญญาณควบคุมที่มีระดับสัญญาณแรงที่สุดจากสถานีฐานเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลในการร้องขอการเรียกผ่านไปยังชุมสาย MTX ดังในรูปที่ 2.9 ข และตรวจสอบว่าช่องสัญญาณควบคุมนั้นว่างหรือไม่ว่าง ถ้าช่องสัญญาณควบคุมนั้นว่างเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ก็จะทำการส่งหมายเลขปลายทางที่ต้องการติดต่อและหมายเลขประจำเครื่องไปยังชุมสาย MTX ดังรูปที่ 2.9 ค หลังจากที่ชุมสาย MTX ตรวจสอบหมายเลขประจำเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ถูกต้องแล้ว จะทำการเลือกช่องสัญญาณเสียงที่เหมาะสมให้กับเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ เมื่อเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้รับคำสั่ง ก็จะทำการปรับไปยังช่องสัญญาณที่กำหนดดังในรูปที่ 2.9 ง เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่จะทำการตอบรับกลับไปยังสถานีฐาน เพื่อเป็นการยืนยันการเชื่อมโยงทางช่องสัญญาณเสียงสำเร็จแล้ว ทางชุมสาย MTX ก็จะทำการส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อไปยังชุมสาย PSTN ดังรูปที่ 2.9จ เพื่อส่งสัญญาณไปยังปลายทางที่ต้องการติดต่อด้วย เมื่อผู้ใช้ปลายทางตอบรับการเรียก ก็จะเชื่อมต่อสัญญาณเสียงเข้ากับชุมสาย MTX จึงสามารถสนทนากันได้ดังรูปที่ 2.9 ฉ ในช่วงของการสนทนาก็จะมีการตรวจตราการเรียกอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะต้องมีกระบวนการเปลี่ยนเซลเกิดขึ้นได้เมื่อเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่มีการเคลื่อนที่ไปยังเซลอื่นที่อยู่ข้างเคียง



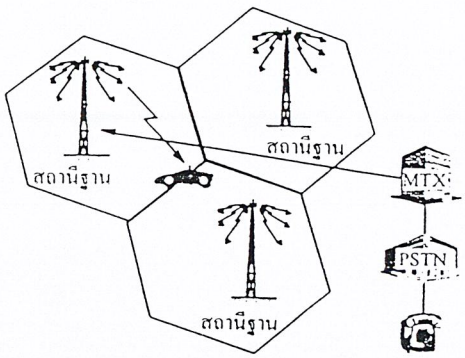
ก) เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้องการที่จะโทรออก



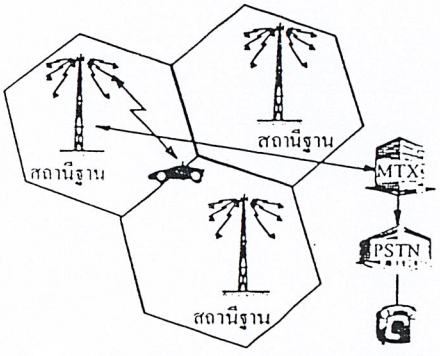
ข) ชุมสาย MTX เลือกสถานีฐานที่รับสัญญาณได้แรงที่สุด



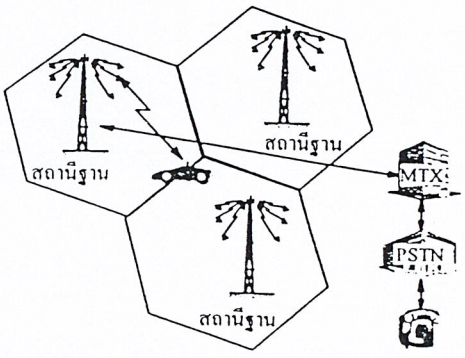
ค) ชุมสาย MTX รับหมายเลขที่ส่งมาจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่



ง) ชุมสาย MTX กำหนดช่องสัญญาณเสียงที่จะใช้



จ) ชุมสาย MTX ติดต่อไปยังชุมสายท้องถิ่น LS เพื่อขอติดต่อกับปลายทางที่ต้องการ

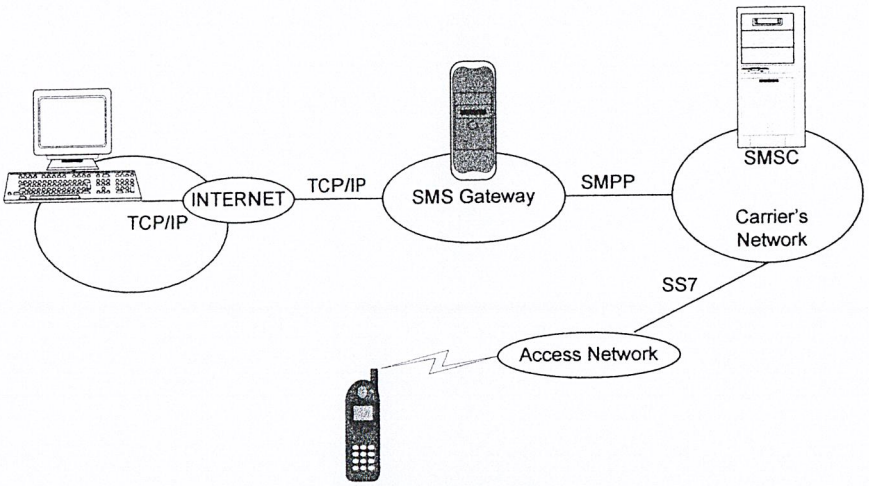


ฉ) สนทนากันได้เรียบร้อย

MTX : Mobile Telephone Exchange PSTN : Public Switched Telephone Network

รูปที่ 2.9 กระบวนการเรียกจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังโทรศัพท์บ้าน

2.3 การส่งข้อความ (SMS: Short Message Service) ไปยังโทรศัพท์มือผ่านระบบเครือข่ายทีซีพี/ไอพี



รูปที่ 2.10 การส่ง SMS ไปยังโทรศัพท์มือถือผ่านระบบเครือข่ายทีซีพี/ไอพี

เนื่องจากการส่งข้อมูลไปในระบบเครือข่ายทีซีพี/ไอพีและการส่งข้อมูลไปยังระบบโทรศัพท์มือถือนั้น ต่างใช้โปรโตคอลคนละชนิดกันในการควบคุม ซึ่งในระบบเครือข่ายทีซีพี/ไอพีนั้นใช้โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี แต่ในขณะเดียวกันในระบบโทรศัพท์มือถือนั้นจะใช้โปรโตคอลเอสเอส 7 (SS7) ในการควบคุม จึงจำเป็นที่จะต้องมี เอสเอ็มเอส เกตเวย์ (SMS Gateway) เป็นตัวการในการสื่อสาร

ขั้นตอนการการส่งเอสเอ็มเอส จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังโทรศัพท์มือถือเริ่มจากการที่คอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐานทีซีพี/ไอพี ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตไปยัง เอสเอ็มเอส เกตเวย์ (SMS Gateway) ซึ่งจะทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลชนิดข้อความ (Text) จากเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเพื่อทำการเชื่อมโยงส่งต่อไปยังเอสเอ็มเอสซี (SMSC: Short Message Service Center) โดยใช้โปรโตคอลสื่อสารเอสเอ็มพีพี (SMPP: Short Message Peer to Peer) ซึ่งทำหน้าที่เชื่อมการติดต่อระหว่าง เอสเอ็มเอสซี กับ Virtual Mobile Platform ซึ่งในที่นี่คือ เอสเอ็มเอส เกตเวย์ จากนั้นที่เอส

เอ็มเอสซี จะทำการส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน SS7: Signalling System 7 ซึ่งใช้ในการควบคุมการสื่อสารข้อมูลจากพีเอสทีเอ็น (PSTN: Public Switch Telephone Network) ไปยังระบบเครือข่ายไร้สายหรือระบบเครือข่ายดิจิตอลแบบมีสาย จากนั้นจึงจะส่งไปยังโทรศัพท์มือถือเครื่องปลายทาง

2.4 การสื่อสารแบบอนุกรม

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม คือการรับส่งข้อมูลทีละบิต จนครบ 1 ไบต์ โดยใช้สายอย่างน้อยเพียง 2 เส้นคือ สายสัญญาณกับสายกราวด์ แต่การรับส่งข้อมูลจะใช้เวลานานเนื่องจากเป็นการส่งทีละบิต โดยการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การรับส่งข้อมูลแบบ ซิงโครนัส (Synchronous Input/Output)
   การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่ด้วย โดยข้อมูลแต่ละไบต์ที่ถูกส่งออกไปจะมีช่วงเวลาห่างกันแน่นอน
2. การสื่อสารอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส (Asynchronous Input/Output)
   การรับส่งข้อมูลแบบนี้ไม่ต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วย แต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดนี้เรียกว่า Baud rate (บอดเลต) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที

เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ต้องการส่งข้อมูลแบบอนุกรม ตัวไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการส่งข้อมูลออกไปทางพอร์ตซึ่งเป็นพอร์ตแบบขนานก่อน จากนั่นจะมีอุปกรณ์มาต่อที่พอร์ต เพื่อแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นแบบอนุกรมอีกทีหนึ่ง (Parallel-to-serial Conversion) ตัวแปลงข้อมูลนี้อาจพิจารณาง่ายๆ ว่าเป็น Shift Register คือ เมื่อข้อมูลที่ส่งอยู่ใน Shift Register แล้วตัวสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวกระตุ้นให้ส่งข้อมูลบิตต่ำออกไปในเวลาแรก จากนั้นจะส่งบิตต่อไปตามออกมา

สำหรับตัวรับข้อมูลแบบอนุกรมเมื่อรับข้อมูลเข้ามาใน Shift Register แล้วส่งข้อมูลให้ไมโครคอนโทรเลอร์แบบขนานอีกทีหนึ่ง ซึ่งในระบบคอมพิวเตอร์จะมีตัวแปลงข้อมูลแบบขนานไปเป็นแบบอนุกรม (Parallel-to-Serial) และมีตัวแปลงข้อมูลแบบอนุกรมไปเป็นแบบขนาน (Serial-to-Parallel) อยู่ในชิพไอซี เรียกว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter (UART) โดยในที่นี้จะกล่าวถึงการรับส่งข้อมูลกับตัวไมโครคอนโทรเลอร์ซึ่งจะใช้กับการรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบ อะซิงโครนัส ซึ่งมีการเพิ่มเติมข้อมูลบางอย่างจาก UARTเข้าไปเพื่อให้การรับส่งข้อมูลถูกต้อง

Start	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	P	Stop

รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน

1. Start Bit: บิตเริ่มต้น มีขนาด 1 บิต มีระดับลอจิกเป็น “0”
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรม (D0-D7)
3. Parity Bit(P): บิตตรวจสอบพาริตี้ มีขนาด 1 บิต
4. Stop Bit: บิตปิดท้าย อาจจะมีมากกว่า 1 บิตก็ได้เช่น 1.5, 2 บิต

2.5 มาตรฐาน RS-232

เพื่อที่จะทำให้อุปกรณ์จากผู้ผลิตที่ต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานหลายชนิดจึงได้รับการออกแบบขึ้น มาตรฐานที่ใช้กันกว้างขวางที่สุดคือ RS-232 ถูกประกาศในปี 1996 โดย Electronic Industries Association (EIA) มาตรฐาน RS-232 เป็นข้อกำหนดการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน และสามารถใช้เพื่อจุดประสงค์อื่นต่างกันไป พอร์ตอนุกรม RS-232 เป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่มีใช้อยู่บนคอมพิวเตอร์ทั่วไป สำหรับให้คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกได้ซึ่งมาตรฐานที่มีใช้อยู่สำหรับพอร์ต RS-232 เป็นการรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบของอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (DTE: Data Terminal Equipment) กับวงจรปลายทาง (DCE: Data Circuit Terminating) ไว้ว่า อุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างข้อมูลแบบอนุกรมได้ซึ่ง ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยทางกายภาพแล้วขั้วต่อพอร์ตของอุปกรณ์ DTE จะเป็นข้อต่อตัวผู้และขั้วต่อพอร์ตของอุปกรณ์ DCE จะเป็นตัวเมีย

มาตรฐาน RS-232 กำหนดลักษณะของสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ในการเชื่อมต่ออนุกรมโดยตรงมีเพียง 2 ลักษณะ คือ SPACE แสดงถึง ไบนารี 0 หรือแรงดันไฟฟ้าบวกมีค่าอยู่ระหว่าง +5 ถึง +15 โวลต์ สำหรับเอาต์พุต และระหว่าง +3 และ +15 โวลต์สำหรับอินพุตความแตกต่างมีไว้เผื่อกรณีที่แรงดันไฟฟ้าสูญหายเนื่องจากความยาวของสายสัญญาณ และ MARK แสดงถึงแรงดันไฟฟ้าลบมีค่าอยู่ระหว่าง -5 ถึง -15 โวลต์ สำหรับเอาต์พุต และระหว่าง -3 และ -15 โวลต์สำหรับอินพุต บน

สายข้อมูลแรงดันไฟฟ้าบวกแสดงถึงค่าลอจิก 0 และแรงดันไฟฟ้าลบแสดงถึงค่าลอจิก 1 โดยแรงดันไฟฟ้าบวกแสดงว่าส่งข้อมูลได้ ส่วนแรงดันไฟฟ้าลบหมายถึงหยุดส่งข้อมูล

2.6 การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51นั้น ภายในชิพ MCS-51 จะมีตัว UART อยู่ในตัว ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 มีพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม (Serial Port) ที่สามารถรับและส่งข้อมูลแบบ Full Duplex (รับและส่งข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน) อยู่ 1 พอร์ต ในการรับส่งข้อมูลจะมีบัฟเฟอร์สำหรับเก็บข้อมูล โดยพอร์ตอนุกรมของ MCS-51 จะใช้ขา TXD และ RXD ในการรับส่งข้อมูลโดย TXD คือขา 11 หรือ P3.1 และ RXD คือขา 10 หรือ P3.0

2.6.1 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม

- รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์ของพอร์ตอนุกรม

(**SBUF**: Serial data register)

มีแอดเดรสอยู่ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SFR) ที่ตำแหน่ง 99H มีขนาด 8 บิตแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ รีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล (transmit buffer register) และรับข้อมูล (receive buffer register) เมื่อมีการเขียนข้อมูลมายังรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยังบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูล เพื่อส่งออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทางขา TxD ในกรณีที่มีการอ่านข้อมูลจากรีจิสเตอร์ SBUF ข้อมูลจะถูกส่งผ่านไปยังรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์สำหรับรับข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังไมโครคอนโทรเลอร์ต่อไป เมื่อมีการรับข้อมูลอนุกรมจากภายนอกจะผ่านมาทางขา RxD

- รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรม

(**SCON**: Serial Port Control Register)

มีแอดเดรสอยู่ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ (SFR) ที่ตำแหน่ง 98H มีขนาด 8 บิตและสามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต

บิต 7	บิต6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SM0	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0 และ SM1: เป็นบิตกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมซึ่งมี 4 โหมด

SM0	SM1	MODE	การทำงาน	อัตรารับส่ง
0	0	0	Shift Register	$f_{osc}/12$
0	1	1	8-bit UART	Variable
1	0	2	9-bit UART	$f_{ocs}/32$ หรือ $f_{ocs}/64$
1	1	3	9-bit UART	Variable

SM2: เป็นบิตควบคุมให้ทำงานในลักษณะการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวเข้าด้วยกันถ้าเป็น

การใช้งานในโหมด 0 :

ต้องกำหนดบิต SM2 =0

การใช้งานในโหมด 1:

SM2=1 ทำให้แฟลกอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับ (แฟลก RI) จะไม่ถูกเซตหากข้อมูลที่รับเข้ามาไม่มี STOP BIT

การใช้งานในโหมด 2, 3:

SM2=1 ทำให้แฟลกอินเตอร์รัพต์ทางด้านรับ RI ไม่ถูกเซตเมื่อรับข้อมูลเข้ามาแล้วมีค่าบิตที่ 9 เป็น 0 (อยู่ในบิต RB)

REN: เป็นตัวควบคุมการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม

"1" ให้มีการรับข้อมูล

"0" ให้ไม่มีการรับข้อมูล

TB8: เป็นบิตข้อมูลบิตที่ 9 ที่ต้องการส่งในโหมด 2 และ 3

RB8: ในโหมด 0 ไม่มีการใช้ RB8

ในโหมด 1 ถ้ามีการกำหนดให้บิต SM2 = 0 บิต RB8 จะเป็นค่า Stop bit ที่รับเข้ามา

ในโหมด 2 และ 3 บิต RB8 เป็นบิตเก็บข้อมูลที่รับเข้ามาเป็นบิตที่ 9

TI: แฟลกของการอินเตอร์รัพต์ด้านส่งข้อมูล (ถูกเซตด้วยฮาร์แวร์และเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์)

ในโหมด 0 แฟลกนี้จะถูกเซตเมื่อจบการส่งข้อมูลบิตที่ 8

ในโหมด 1, 2 และ 3 แฟลกนี้จะถูกเซตเมื่อเริ่มต้นส่ง Stop bit

เคลียร์ เมื่อจบโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ของการส่งข้อมูลแล้ว

RI: แฟลกของการอินเตอร์รัพต์ด้านรับข้อมูล (ถูกเซตด้วยฮาร์แวร์และเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์)

ในโหมด 0 แฟลกนี้จะถูกเซตเมื่อข้อมูลในบิตที่ 8 ถูกรับเข้ามา

ในโหมด 1, 2 และ 3 แฟลกนี้จะถูกเซตเมื่อ Stop bit ถูกรับเข้ามาในครึ่งเวลาแรกเคลียร์ เมื่อจบโปรแกรมตอบสนองการอินเตอร์รัพต์ของการรับข้อมูลแล้ว

การเลือกโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมสามารถกำหนดโหมดต่างๆ ได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม

MODE	รีจิสเตอร์ SCON	บิต SM2 Variation
0	10H	Single processor
1	50H	Environment
2	90H	(SM2=0)
3	D0H	
0	NA	
1	70H	Multiprocessor
2	B0H	Environment
3	F0H	(SM2=0)

2.6.2 โหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรเลอร์

พอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 สามารถเลือกการทำงานได้ 4 โหมด

1. โหมด 0 (8-Bit Shift Register)

เป็นการทำงานในลักษณะของ Shift Register ข้อมูลอนุกรมรับเข้ามาทาง ขา RXD และส่งข้อมูลออกทางขา TXD เป็นแบบ 8 บิต โดยบิตต่ำจะรับหรือส่งก่อน

การส่งข้อมูลเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูลที่ต้องการส่งมายังรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งสัญญาณการส่งข้อมูลกับรีจิสเตอร์ SBUF (write to SBUF) ในช่วงเวลา S6P2 ทำการโหลดค่า 1 ลงไปในตำแหน่งของบิตที่ 9 ของ Shift register และเป็นตัวเริ่มต้นการส่งข้อมูลของ Tx Control box การ

ทำงานดังกล่าวจะใช้เวลา 1 ไซเกิล แล้วจึงเริ่มต้นทำการส่งข้อมูล ซึ่งมีสัญญาณ SEND แอคทีฟ สัญญาณ SEND จะควบคุมให้ข้อมูลใน shift register ของการส่งจะถูกเลื่อนในทางขวา 1 ตำแหน่ง

เมื่อข้อมูลถูกเลื่อนออกไปทางขวา จะทำให้ข้อมูลเข้ามาทางซ้ายเป็น 0 เมื่อข้อมูลบิตสูงสุดไปอยู่ในตำแหน่งเอาต์พุตของ Shift register แล้ว จะทำให้ค่า 1 ซึ่งได้โหลดเข้าไปในบิตที่ 9 ตอนเริ่มต้นอยู่ทางซ้ายมือของบิตที่ 8 (MSB) และข้อมูลบิตซ้ายมือต่อมาทั้งหมดเป็น 0 จากเงื่อนไขนี้ทำให้ Tx CONTROL BOX ทำการส่งข้อมูลตัวสุดท้ายออกไป แล้วจึงเลิกส่งสัญญาณ SEND และเซตบิต TI = 1 (อินเตอร์รัพต์ของด้านส่งข้อมูล) ซึ่งการทำงานทั้งสองจะเกิดขึ้นในช่วง S1P1 ของ แมชชีนไซเกิลที่ 10 หลังจากการเขียนข้อมูลใน SBUF ด้วยสัญญาณ write to SBUF แล้ว การรับข้อมูลจะเริ่มต้นโดยการเซตบิต REN =1 และ RI = 0 (REN และ RI อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON) โดยในช่วงเวลา S6P2 ของแมชชีนไซเกิลต่อมา RX CONTROL UNIT จะเขียนข้อมูล 11111110 ลงไปใน shift register ด้านรับ และในเฟสต่อไปจะเริ่มต้นส่งสัญญาณ RECEIVE

เมื่อมีการเลื่อนข้อมูลใน Shift register ไปจนกระทั่งบิตที่อยู่ขวามือสุดที่ได้กำหนดในตอนเริ่มต้นถูกเลื่อนไปอยู่ทางซ้ายมือสุด จะควบคุมให้ RX CONTROL BOX ทำการเลื่อนข้อมูลอีก 1 ครั้งเป็นครั้งสุดท้ายแล้วนำข้อมูลไปเก็บในรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งเป็นการสิ้นสุดการรับข้อมูล 1 ไบต์ การเริ่มต้นการรับข้อมูลที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเขียนการควบคุมไปที่รีจิสเตอร์ SCON เพื่อเริ่มรับข้อมูลจะทำให้ RI ถูกรีเซตด้วย จนเวลาผ่านไปถึงช่วง S1P1 ของแมชชีนไซเกิลที่ 10 สัญญาณ RECEIVE จะถูกเคลียซึ่งแสดงว่าได้รับข้อมูลเข้ามาครบ 8 บิตแล้วและแฟลก RI จะถูกเซตแฟลก RIเป็นแฟลกอินเตอร์รัพต์ของการรับข้อมูลของพอร์ตอนุกรม

2. การรับส่งข้อมูลในโหมด 1

การส่งข้อมูลจำนวน 10 บิต จะส่งออกไปที่ขา TXD และรับข้อมูลทางขา RXD ข้อมูล 10 บิต ประกอบด้วย

- Start Bit (ค่าลอจิก 0) 1 บิต
- ข้อมูล 8 บิต
- Stop Bit (ค่าลอจิก 1) 1 บิต

ในกรณีของการรับข้อมูล Stop Bit จะถูกนำเข้าไปเก็บในบิต RB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ความเร็วในการรับส่งข้อมูลจะกำหนดโดยอัตราการเกิดโอเวอร์โฟลว์ของ Timer 1 หรือ Timer 2 หรือกำหนดจากทั้ง 2 ตัว (ตัวหนึ่งสำหรับด้านส่ง ตัวหนึ่งสำหรับด้านรับ)

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นหลังจากการกำหนดค่าลงในรีจิสเตอร์ข้อมูล SBUF ด้านส่งจะสัญญาณ write to SBUF ควบคุมให้มีการใส่ค่า 1 ลงในตำแหน่งของบิตที่ 9 ของ SHIFT REGISTER ด้านส่งและเริ่มทำการส่งข้อมูลของ TX CONTROL UNIT การส่งข้อมูลออกจะเริ่มต้นในช่วงเวลา S1P1 ของแมชชีนไซเกิลและบิตต่อไปตามจังหวะของตัวกำหนดอัตราส่งที่มาจากโอเวอร์โฟลวของ Timer 1 หรือ Timer 2 ที่หารด้วย 16

การส่งข้อมูลจะเริ่มต้นด้วยการส่งสัญญาณ SEND ให้แอคทีฟ เมื่อเริ่มต้นการส่งข้อมูลบิตแรกออกไปที่ TXD และบิตของข้อมูลจะถูกส่งตามออกไปโดยการทำงานของ Shift Register ซึ่งจะทำการเลื่อนข้อมูลไป 1 ตำแหน่งตามจังหวะของอัตราส่งที่เข้ามายัง TX CLOCK เมื่อบิตข้อมูลทั้งหมดเลื่อนออกไปทางขวา จะมี 01 เข้ามาแทนที่ทางด้านซ้าย จนกระทั่งบิตข้อมูลสูงสุด (MBS) ออกไปอยู่ที่เอาต์พุตของ Shift Register จะทำให้บิตที่ 1 ได้โหลดเข้าไปตอนเริ่มต้นในตำแหน่งที่ 9 ซึ่งอยู่ทางซ้ายมือของ MSB และมีบิตต่างๆ ที่อยู่ทางซ้ายของบิตที่ 9 เป็น 0 ทั้งหมด เมื่อเกิดเงื่อนไขดังกล่าวจะทำให้ TX CONTROL UNIT ทำการเลื่อนข้อมูลออกไปทางขวาอีก 1 ครั้งเป็นครั้งสุดท้าย แล้วเลิกส่งสัญญาณ SEND และเซตแฟลก TI=1 เวลาการส่งข้อมูลจะจบในช่วง CLOCK ลูกที่ 10ของสัญญาณการส่งข้อมูล หลังจากมีสัญญาณ write to SBUF

การรับข้อมูลจะเริ่มต้นเมื่อสัญญาณที่ขา RXD เปลี่ยนจาก 1 ไป 0 โดย ซีพียู จะมีการตรวจสอบด้วยความเร็ว 16 เท่า ของอัตราความเร็วในการรับข้อมูล เมื่อซีพียูตรวจสอบได้ว่ามีการส่งข้อมูลเข้ามา จะทำการรีเซตวงจรหาร 16 ทันทีเพื่อเริ่มต้นใหม่ให้สัมพันธ์กับข้อมูลที่เข้ามาและค่า 1FFH จะถูกกำหนดให้กับ Shift Register ด้านรับ

การรับข้อมูลจะทำการตรวจสอบบิตข้อมูลที่ขา RXD 3 ครั้งในช่วงบิต RCLK ที่ 7 8 และ 9 เข้ามาในวงจรหาร 16 โดยจะใช้ค่าที่อ่านได้จาก 2 ใน 3 ครั้งเป็นข้อมูล การทำเช่นนี้ก็เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนออก หากการตรวจสอบว่าในช่วงที่บิตที่ 0 ของ RLCK ข้อมูลที่ RXD ไม่เป็น 0 วงจรด้านรับจะรีเซตกลับไปรอการเปลี่ยนค่าที่ขา RXD จาก 1 ไป 0 ใหม่ การทำเช่นนี้เพื่อป้องกันการผิดพลาดของ START BIT หากค่า START BIT ถูกต้อง จะทำการเลื่อนข้อมูลเข้าไปใน Shift Register และรอรับบิตต่อๆไป โดยบิตข้อมูลจะเข้ามาทางขวาของ Shift Register และค่า 1 ที่กำหนดไปตอนเริ่มจะถูกเลื่อนไปทางด้านซ้ายตามลำดับเมื่อ Start Bit ที่เข้ามาถูกเลื่อนไปทางซ้ายมือสุดของ Shift Register จะทำให้ RX CONTROL BOX ทำการเลื่อนอีก 1 ครั้งเป็นครั้งสุดท้าย และนำค่าใน Shift Register ไปเก็บในรีจิสเตอร์ SBUF และ RB8 และการเซตแฟลก RI จะเกิดขึ้นหลังจากเลื่อนข้อมูลครั้งสุดท้าย แล้วก็ต่อเมื่อเราได้กำหนด

1. RI =0 (จะต้องเคลียร์ RI หลังจากทำโปรแกรมอ่านข้อมูลไปแล้ว)
2. SM2=0 หรือได้รับ STOP BIT = 1

หากเงื่อนไขทั้ง 2 ไม่จริงข้อมูลที่รับเข้ามาจะถูกยกเลิก ถ้าเงื่อนไขทั้ง 2 เป็นจริง STOP BIT จะถูกนำไปเก็บใน RB8 และข้อมูล 8 บิต ถูกนำไปเก็บใน SBUF และ RI ถูกเซต วงจรรับข้อมูลจะกลับไปตรวจสอบที่ขา RXD ต่อเพื่อรอรับข้อมูลไบต์ต่อไป

3. การรับส่งข้อมูลในโหมด 2 และ โหมด 3

การทำงานในโหมด 2 และโหมด 3 จะมีบิตที่รับส่งทั้งหมด 11 บิต ซึ่งประกอบด้วย

- Start Bit (ค่าลอจิก 0) 1 บิต
- ข้อมูล 8 บิต
- Parity Bit 1 บิต
- Stop Bit (ค่าลอจิก 1) 1 บิต

การกำหนดข้อมูลที่บิตที่ 9 ของการส่งข้อมูลกำหนดโดยการเซตหรือเคลียร์บิต TB8 ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON สำหรับการรับข้อมูล บิตที่ 9 จะถูกนำไปเก็บในบิต RB8 ซึ่งอยู่รีจิสเตอร์ SCON เช่นกัน อัตรารับส่งข้อมูลในโหมด 2 สามารถโปรแกรมเพื่อเลือก 1/32 หรือ 1/64 เท่า ของสัญญาณนาฬิกาได้ ส่วนในโหมด 3 สามารถกำหนดอัตรารับส่งข้อมูลได้ตามต้องการ โดยใช้ Timer1 หรือ Timer2 ซึ่งใช้ TCLK และ RCLK ที่อยู่ใน T2CON เป็นตัวกำหนดอัตรารับส่งข้อมูล ซึ่งการทำงานของส่วนรับข้อมูลจะเหมือนกับโหมด 1 ทุกประการ และการทำงานของส่วนส่งข้อมูลแตกต่างกันในบิตที่ 9 ของ Shift Register ด้านส่ง

การส่งข้อมูลเริ่มจากคำสั่งการกำหนดค่าให้กับรีจิสเตอร์ SBUF ซึ่งจะทำให้สัญญาณ write to SBUF ควบคุมให้บิตข้อมูลใน TB8 ไปกำหนดให้กับบิตที่ 9 ของ Shift Register และควบคุมให้ TX CONTROL UNIT ทำการส่งข้อมูลออกไปในช่วงเวลา S1P1 ของแมชชีนไซเกิลที่ต่อจากการเริ่มทำงานใหม่ของวงจรหาร 16 (ทำให้เกิดการตรงกันระหว่างวงจรหาร 16 ซึ่งไม่ขึ้นตรงกับเวลาของสัญญาณ write to SBUF)

การส่งข้อมูลเริ่มต้นด้วยการทำให้สัญญาณ SEND แอคทีฟ ซึ่งจะส่งค่าของ Start Bit ออกไปที่ TXD และตามด้วยข้อมูลบิตต่ำไปสูงตามจังหวะเวลาของบิตกำหนดการส่งข้อมูล ตามด้วยบิตที่ 9 ที่อยู่ใน TB8 และจบด้วย Stop Bit (1ค่า) หลังจากที่บิตต่างๆเลื่อนไปทางขวาแล้วจะมี 0 เข้ามาทางซ้าย ดังนั้นเมื่อค่าของ TB8 อยู่ในตำแหน่งเอาต์พุตของ Shift Register ทำการเลื่อนไปทางขวาอีกครั้งหนึ่งเป็นครั้งสุดท้ายแล้วจึงเลิกแอคทีฟสัญญาณ SEND และเซตแฟลก TI ซึ่งการทำงาน

ทั้งหมดจะจบสิ้นภายหลังจากมีสัญญาณ write to SBUF เกิดขึ้นแล้วมีสัญญาณคล็อกเข้ามาที่ TXCLK จำนวน 11 ลูก

การรับข้อมูล เริ่มต้นจากการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ขา RXD จาก 1 ไป 0 (START BIT) ซึ่งวงจรด้านรับจะมีการตรวจสอบด้วยความเร็ว 16 เท่า ของอัตรารับข้อมูลเมื่อตรวจพบการเปลี่ยนแปลงสัญญาณจะทำให้เคาน์เตอร์ของวงจรหาร 16 ถูกรีเซต เพื่อเริ่มต้นใหม่ และมีการกำหนดค่า 1FFH ให้กับ Shift Register ด้านรับ และในช่วงของการนับ 7, 8 และ 9 ของเคาน์เตอร์วงจรหาร 16 จะมีการตรวจสอบสัญญาณที่ขา RXD อีก ซึ่งจะใช้ค่าที่อ่านได้จาก 2 ใน 3 ครั้งเป็นข้อมูล หากค่าที่อ่านได้ใน START BIT ไม่เป็น 0 วงจรรับข้อมูลจะทำการรีเซตและรอตรวจสอบบิตเริ่มต้นที่เปลี่ยนไปจาก 1 ไป 0 ใหม่ หาก START BIT ถูกต้องจะทำการเลื่อนข้อมูลเข้าไปเก็บใน Shift Register โดยบิตข้อมูลเข้ามาทางขวามือและบิตที่มีค่า 1 ซึ่งกำหนดในตอนเริ่มต้นจะถูกเลื่อนออกไปทางซ้ายมือ เมื่อ Start Bit ถูกเลื่อนไปซ้ายมือสุด (ในโหมด 2 และโหมด 3 Shift Register มีขนาด 9 บิต) จะเป็นตัวกำหนดให้ RX CONTROL BOX ทำการเลื่อนข้อมูลใน Shift Register อีกครั้งเป็นครั้งสุดท้าย แล้วกำหนดค่าใน Shift Register ลงใน SBUF และ RB8 และการเซต RI จะเกิดขึ้นเมื่อมีเงื่อนไข 2 อย่าง คือ

1. RI = 0 (จะต้องเคลีย RI หลังจากทำโปรแกรมอ่านข้อมูลไปแล้ว)
2. SM2 = 0 หรือข้อมูลบิตที่ 9 เป็น 1

ถ้าหากเงื่อนไขทั้ง 2 ไม่เป็นจริง เฟรมข้อมูลที่รับเข้ามาจะถูกยกเลิกและ RI จะไม่ถูกเซต ถ้าหากเงื่อนไขทั้ง 2 เป็นจริง ข้อมูลบิตที่ 9 จะถูกนำไปเก็บใน RB8 และข้อมูล 8 บิตแรกจะถูกนำไปเก็บใน SBUF และในช่วงเวลาของสัญญาณ CLOCK ลูกถัดไป วงจรด้านรับจะเริ่มตรวจสอบ Start Bit

2.6.3 การกำหนดอัตราการรับส่ง(อัตราบอดเรต)

อัตราการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นความเร็วในการส่งข้อมูลในหน่วย บิต/วินาที โดยอัตรารับส่งข้อมูลแตกต่างกันไปตามโหมดการทำงาน

โหมด 0 อัตรารับส่งข้อมูลจะคงที่ โดยจะใช้สัญญาณนาฬิกาของระบบไมโครคอนโทรเลอร์คือ

อัตรารับส่งในโหมด 0 = ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา/12 (บิต/วินาที)

โหมด 1 และ 3 ทั้งสองโหมดนี้สามารถเลือกแหล่งกำเนิดอัตรารับส่งได้ 2 แหล่งคือ

- Timer 1 โดยอัตราการรับส่งข้อมูลจะมาจากการเกิดโอเวอร์โฟลวของ Timer 1 และค่าของบิต SMOD ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ PCON โดยต้องควบคุมไม่ให้ Timer 1 ส่งสัญญาณอินเตอร์รัพต์อัตรารับส่งในโหมด 1 และ 3 = 2^{SMOD}/ 32 * (Timer 1 Overflow rate)ถ้าหาก Timer 1 ไม่ได้เอ็นนาเบิลอินเตอร์รัพต์ไว้ โดยเราจะใช้ Timer 1 ทำงานในลักษณะของตัวจับเวลาหรือตัวนับอย่างใดอย่างหนึ่งได้ในโหมดต่างๆทั้ง 3โหมด *สำหรับการใช้งานทั่วไปจะกำหนดให้ Timer1 ทำงานในลักษณะของตัวจับเวลาในโหมด Auto-reload*อัตรารับส่งของโหมด 1 และ 3 = 2^{SMOD} / 32 (Oscillator / (12 (256- (TH1)))

ในตารางที่ 2.2 แสดงการกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลโดยการใช้ Timer 1 ให้พอร์ตอนุกรมในโหมด 1 และ 3

ตารางที่ 2.2 การกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลโดยการใช้ Timer 1 ให้พอร์ตอนุกรมในโหมด 1 และ3

Baud rate (บิตต่อวินาที:bps)	ความถี่สัญญาณนาฬิกา	SMOD	Timer 1		
			C/T	MODE	Reload Value
โหมด 0:สูงสุด 1 MHz	12 MHz	X	X	X	X
โหมด 2 :สูงสุด 375 K	12 MHz	1	X	X	X
โหมด 1,3 :62.5 K	12 MHz	1	0	2	FFH
19.2 K (19,200)	11.0592 MHz	1	0	2	FDH
9.6 K (9,600)	11.0592 MHz	0	0	2	FDH
4.8 K (4,800)	11.0592 MHz	0	0	2	FAH
2.4 K (2,400)	11.0592 MHz	0	0	2	F4H
1.2 K (1,200)	11.0592 MHz	0	0	2	E8H

Baud rate (บิตต่อวินาที:bps)	ความถี่สัญญาณนาฬิกา	SMOD	Timer 1	Baud rate (บิตต่อวินาที:bps)	ความถี่สัญญาณนาฬิกา
137.5	11.0592 MHz	0	0	2	1DH
110	6 MHz	0	0	2	72H
110	12MHz	0	0	1	FEEBH

- Timer 2 ใน

  โหมด Baud rate generator

  อัตรารับส่งของโหมด 1 และ 3 = Timer 2 Overflow Rate /16

  โหมด ปกติ

  อัตรารับส่งของโหมด 1 และ 3 = Oscillator Frequency / (32 (65536- (RCAP2H, RCAP2L))

บทที่ 3
หลักการออกแบบและการสร้าง

ในส่วนของการออกแบบและการสร้างชิ้นโครงงาน เราจะทำการแบ่งโครงงานออกเป็นโมดูล (Module) ย่อยๆที่เป็นอิสระต่อกันเพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนา ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักดังนี้ คือ

3.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hard Ware)

3.2 ส่วนของโปรแกรมควบคุม (Soft Ware)

3.1 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ สามารถแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆดังนี้คือ

3.1.1 ส่วนประมวลผลและควบคุม (Processor and Control)

3.1.2 ส่วนของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (Step Motor Driving)

3.1.3 ส่วนของแหล่งจ่ายกำลังงาน (Power Supply)

3.1.4 ส่วนของฐานกล้องและกล้อง

3.1.5 ส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor)

3.1.1 ส่วนประมวลผลและควบคุม (Processor and Control)

ในโครงงานนี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงาน โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ AT89C51 และในส่วนของโปรแกรมก็สามารถใช้หน่วยความจำภายในของ 8051 ได้อย่างเพียงพอจึงไม่จำเป็นต้องต่อกับหน่วยความจำภายนอก วงจรในส่วนควบคุมและประมวลผล จะทำหน้าที่เพียงรับข้อมูลจาก Serial Port และแปลงข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ผ่านวงจร RS-232 เพื่อสั่งงานให้ไมโครคอนโทรลลอร์เข้าใจเพื่อควบคุมการขับมอเตอร์และรับการอินเตอร์รัพต์จากตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดตรวจจับอินฟาเรดซึ่งมีรายละเอียดของวงจรดังนี้

* ใช้คอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051
* ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา 11.0592 MHz

* P0 เป็นเอาท์พุตที่ใช้ขับ Step Motor

3.1.2 ส่วนของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ (Step Motor Driving)

ในส่วนของการออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ เราเลือกใช้ไอซีเบอร์ ULN2003 เพราะเป็น ไอซีไดเวอร์กระแสสูงแบบคอลเล็กเตอร์ สามารถเลือกขับแรงดันสำหรับขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ได้กว้างตั้งแต่ 5-30V และมีความสามารถในการจ่ายกระแสได้สูงสุด 500 mA ต่อขา

3.1.3 แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power Supply)

ในโครงงานนี้วงจรจะใช้ระดับแรงดัน 5 โวลท์ในการทำงาน ในส่วนของตัวควบคุมและประมวลผล และจะใช้แรงดันขนาด 12 โวลท์ สำหรับจ่ายให้แก่ Step Motor ขนาดของแหล่งจ่ายกำลังจะแบ่งออกเป็นในส่วนของ Step Motor ทั้งสองตัว ซึ่งจะใช้กระแสประมาณ 2 A และในส่วนของวงจรประมาณไม่เกิน 1 A เพราะฉะนั้นแหล่งจ่ายกำลังจะสามารถจ่ายไฟประมาณไม่เกิน 4 A จึงเลือกใช้ไอซี Reguration เบอร์ 7805C ขนาด 3 A เพื่อจ่ายแรงดัน 5 โวลท์สำหรับแหล่งจ่ายในส่วนของตัวควบคุมและประมวลผลโดย และเลือกใช้ไอซี Reguration เบอร์ 7812C ขนาด 3 A เพื่อจ่ายแรงดัน 12 โวลท์สำหรับแหล่งจ่ายในส่วนที่ต้องป้อนให้ Step Moter ทั้ง 2 ตัว โดยต้องใช้ร่วมกับแผ่นระบายความร้อน (Heat Sink) ที่เหมาะสม เพื่อระบายความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน

3.1.4 ฐานกล้องและกล้อง

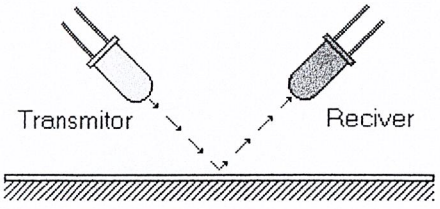
ในการออกแบบฐานกล้องนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงการควบคุมการหมุนกล้องได้ทั้ง 2 แกน คือแกนหมุนซ้าย-ขวา และแกนหมุนขึ้น-ลง และต้องคำนึงถึงการออกแบบฐานกล้องให้มีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ เพื่อให้เหมาะแก่การนำไปใช้งานใน งานรักษาความปลอดภัย ซึ่งได้เลือกขึ้นรูปจากแผ่นพลาสติกหนา 3 มม. และประกอบขึ้นโดยใช้น๊อต สกรูและเฟืองในการจับยึดเป็นส่วนใหญ่ และเชื่อมส่วนเนื้อพลาสติกบางส่วนด้วยน้ำยาผสานพลาสติก

ส่วนกล้องวีดีโอที่ใช้เป็นกล้อง WEB CAM: Logitech ที่มีคุณสมบัติดังนี้

- High quality CMOS sensor
- Manual focus
- Universal Serial Bus (USB)
- Video capture: Up to 640 X 480 pixels

- Still image capture: Up to X 480 pixels
- Frame rate: Up to 30 frames per second

3.1.5 เซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรด



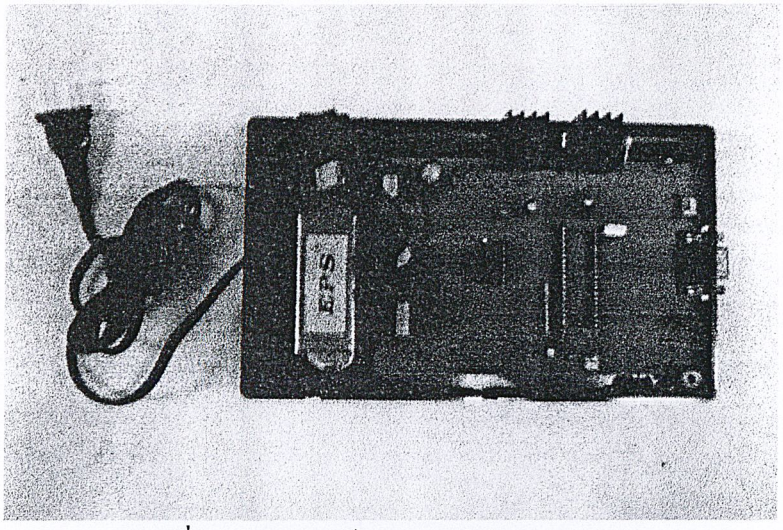
รูปที่ 3.1 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับแสงอินฟาเรด

แสงอินฟาเรด คือแสงที่มีความยาวคลื่นต่ำกว่าแสงสีแดงลงไป ดังนั้นจึงไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยสายตา ของมนุษย์ ซึ่งคุณสมบัตินี้เอง จึงทำให้ เซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดชนิดที่ใช้แสงอินฟาเรด เป็นที่นิยมนำมาใช้กันมาก โดยจะอาศัยหลักการของการสะท้อนของแสง กล่าวคือ ใช้อุปกรณ์ส่งแสง เป็นแหล่งกำเนิด ปล่อยแสงออกไป และเมื่อแสงกระทบกับวัตถุด้านหน้า มันก็จะสะท้อนแสงกลับมา เข้าที่ตัวรับแสง ส่วนอัตราของการสะท้อนกลับนั้น ขึ้นอยู่กับสี และสภาพความมัน ของวัตถุที่สะท้อน เช่น สีดำ จะมีอัตราการสะท้อนกลับ น้อยกว่าสีขาว หรือสภาพพื้นผิวที่มีความราบเรียบ เป็นมันวาว จะสามารถสะท้อนแสงได้ดีกว่า พื้นผิวที่มีลักษณะด้าน และขรุขระ เป็นต้น

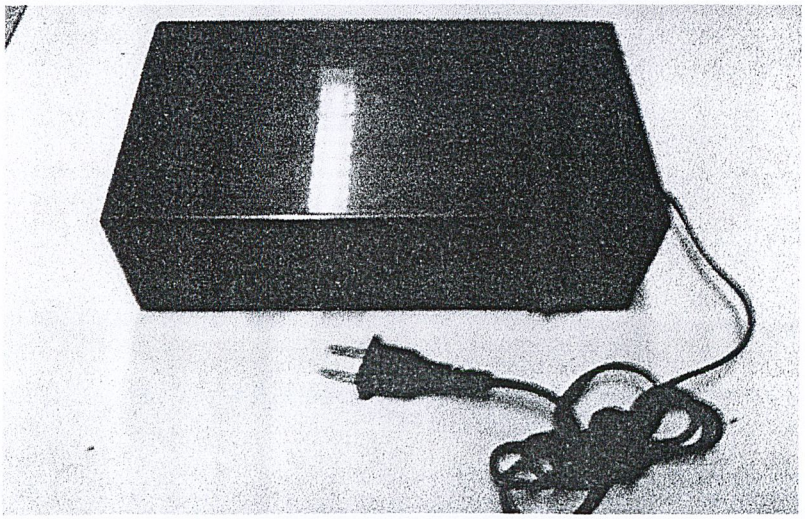
ในส่วนของโครงงานของเรานั้น เราได้เลือกใช้ชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดอินฟาเรดที่มีรัศมีการทำงานสูงสุดประมาณ 30 ฟุต โดยจะประกอบด้วยอุปกรณ์ 2 ส่วน ได้แก่ในส่วนของวงจรกำเนิดแสงอินฟาเรด ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ส่งแสงอินฟาเรด และในส่วนของวงจรตรวจจับแสงอินฟาเรด ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รับแสงอินฟาเรด ซึ่งในการใช้งานจริงนั้น จำเป็นที่จะต้องทำการปรับค่าที่วงจรตรวจจับแสงอินฟาเรด ให้มีความไวในการตรวจจับให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และที่สำคัญจะต้องทำการปรับค่าความเข้มในการตรวจจับแสงอินฟาเรดให้เหมาะสมกับระยะทาง และสถานที่ ที่ใช้งาน เพื่อให้ชุดอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดตรวจจับอินฟาเรดทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

3.1.6 การออกแบบและวางชุดอุปกรณ์ควบคุม

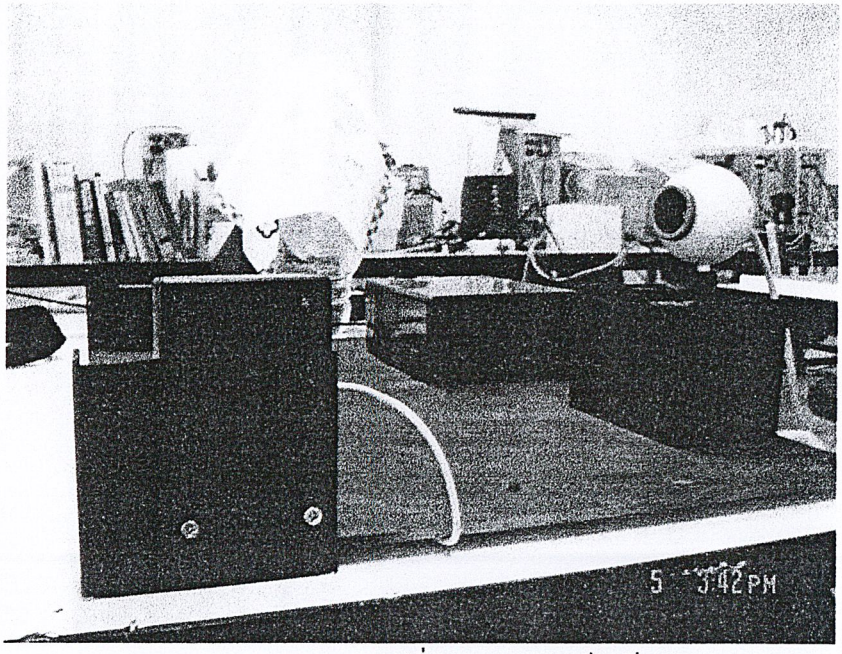
เป็นขั้นตอนการนำชุดอุปกรณ์ทั้งหมดมาทำการออกแบบลายวงจร เพื่อนำมาบรรจุรวมเป็นอุปกรณ์ชุดเดียวกัน โดยได้ทำการออกแบบให้ ส่วนประมวลผลและควบคุม ส่วนของวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ และส่วนของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า รวมเป็นชุดอุปกรณ์ชุดเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และนำชุดอุปกรณ์นี้บรรจุให้อยู่ในรูปสำเร็จดังที่แสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 ชุดอุปกรณ์ควบคุมหลักในการทดลอง

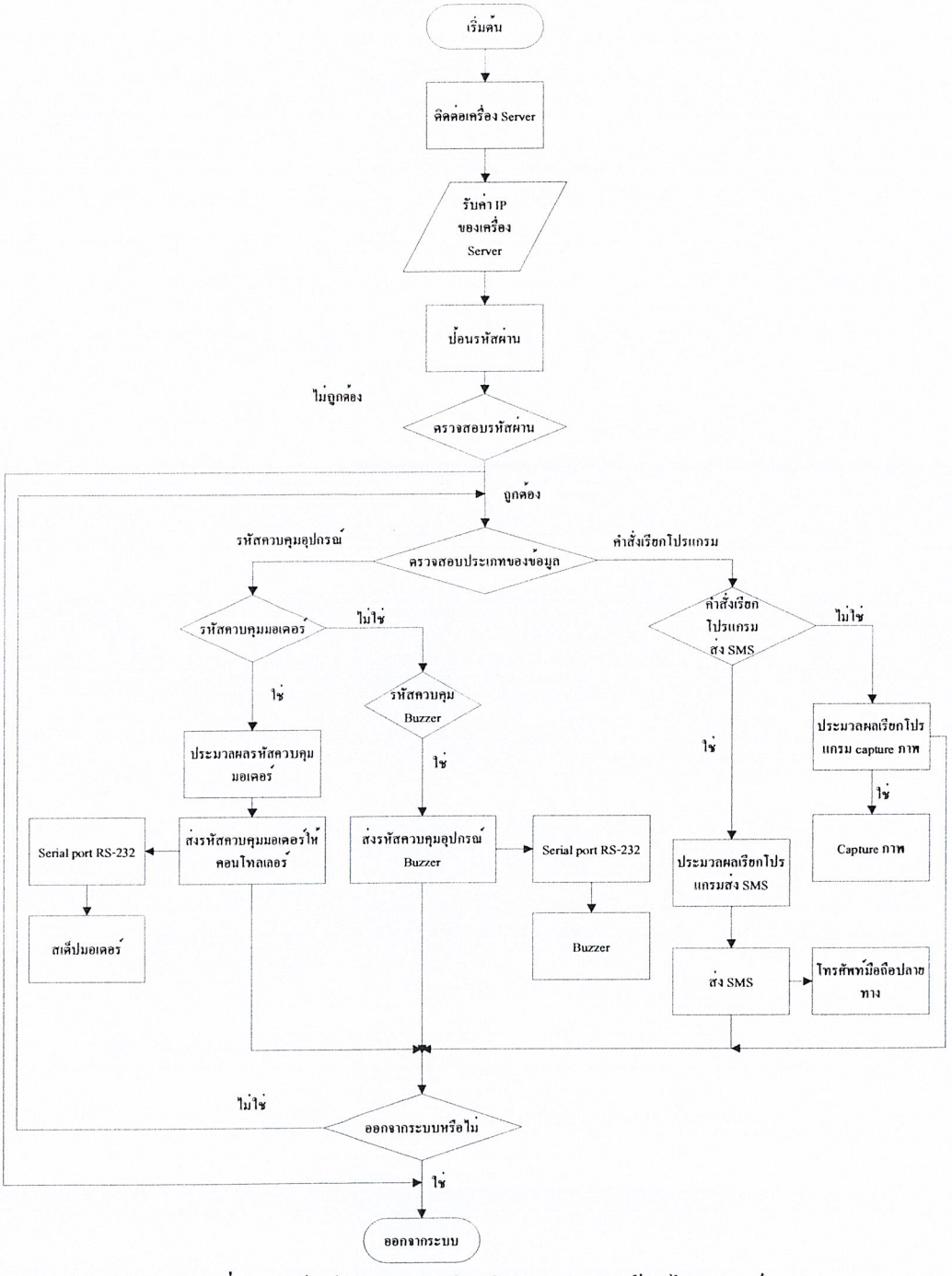


รูปที่ 3.3 ชุดอุปกรณ์ควบคุมหลักในกล่องสำเร็จ

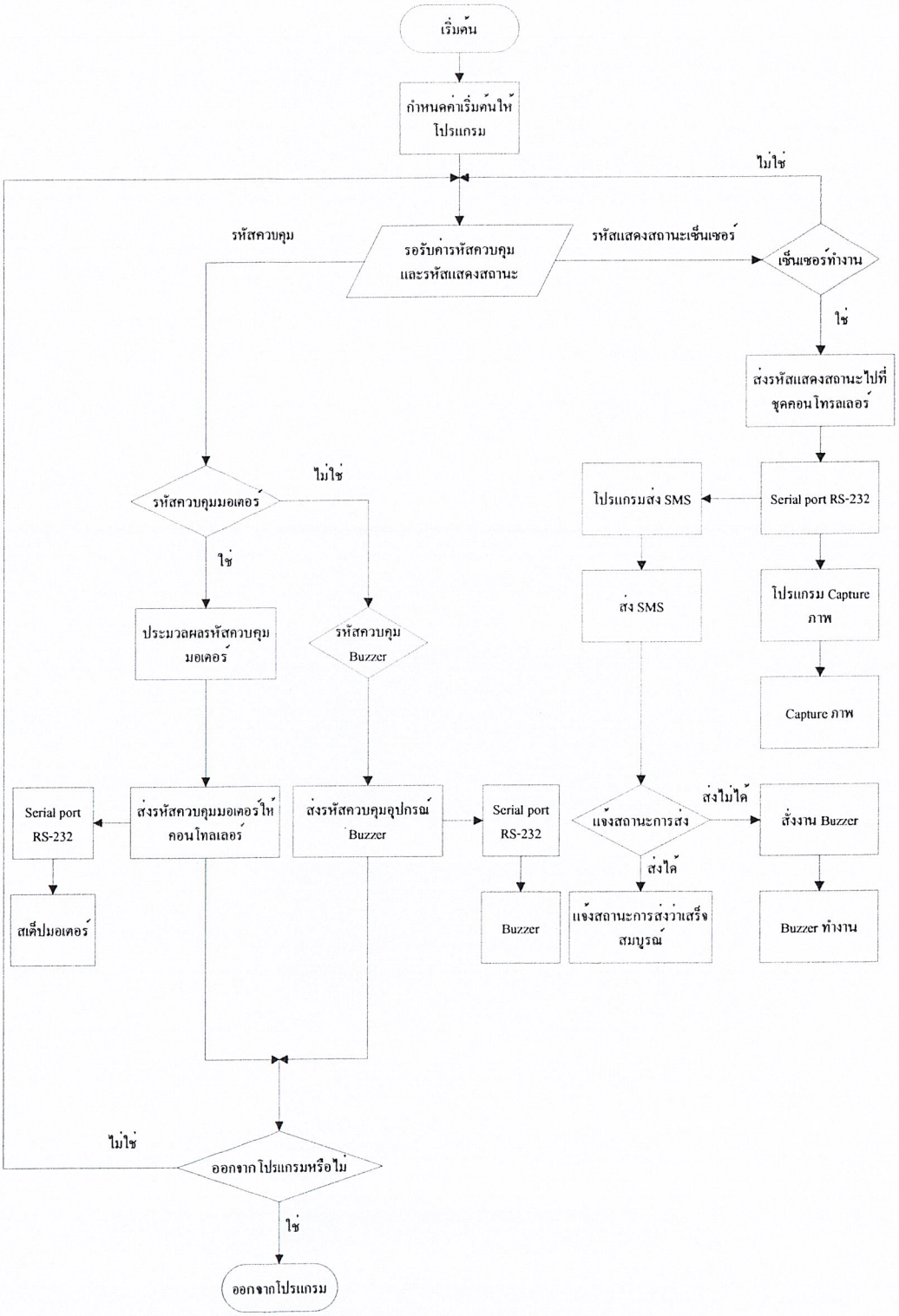


รูปที่ 3.4 ชุดอุปกรณ์สำเร็จ

3.2 บล๊อกไดอะแกรมของส่วนโปรแกรม



รูปที่ 3.5 บล๊อคไดอะแกรมส่วนโปรแกรมทางด้านไคลเอนต์



รูปที่ 3.6 บล๊อคไดอะแกรมส่วนโปรแกรมทางด้านเซิร์ฟเวอร์

บทที่ 4

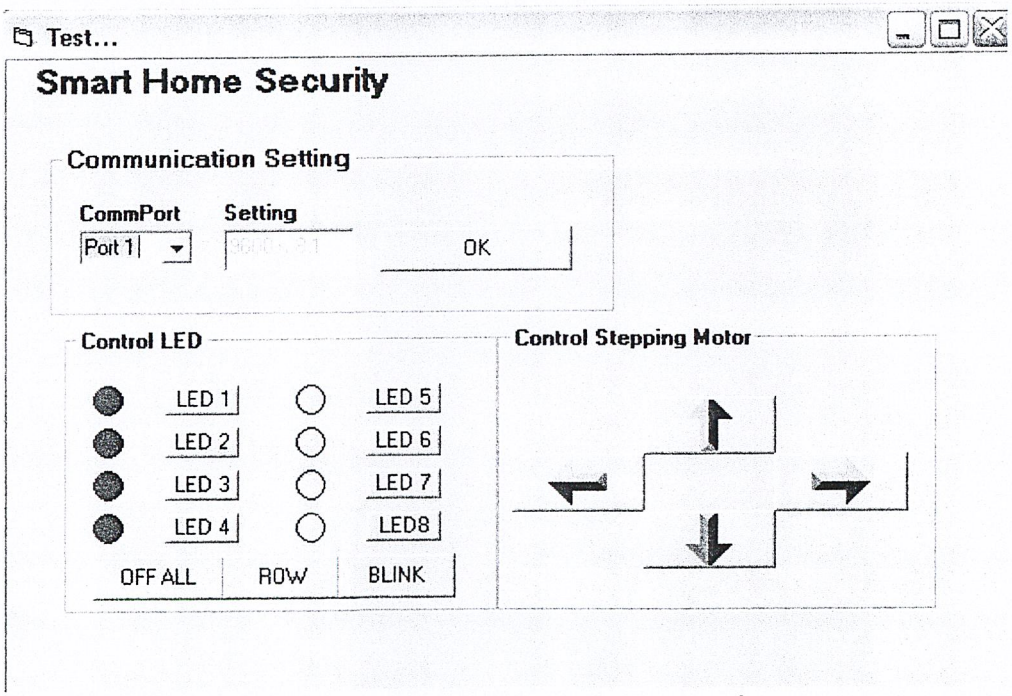
ผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น

4.1.1 การทดลองส่งข้อมูลผ่านอุปกรณ์จากคอมพิวเตอร์

ในการทดลองให้รับคำสั่งจากหน้าจอคอมพิวเตอร์โดยผ่านโปรแกรมอินเตอร์เฟสคือ Visual Basic6 ซึ่งมีการตั้งค่าการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรม รับค่าคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ไปให้ส่วนประมวลผลของตัวอุปกรณ์ ใช้ควบคุมหลอดไฟและควบคุมตัวสเตปมอเตอร์ให้หมุน ซ้าย-ขวา บน-ล่าง มีการรับคำสั่งผ่านคอมพิวเตอร์แล้วนำมาประมวลผลให้แสดงค่าตามที่ได้เขียนโปรแกรมลงในตัว MCS-51 ซึ่งจะต้องมีการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆเพื่อให้รับและส่งข้อมูลตามมาตรฐาน RS-232 ได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.1 รูปแบบการอินเตอร์เฟสจากคอมพิวเตอร์มาที่ตัวอุปกรณ์

การทดลองจากรูปที่ 4.1 จะต้องทำต้องเปิดพอร์ตในการเชื่อมต่อก่อนเป็นอันดับแรกโดยเลือกพอร์ตอนุกรมที่มีอยู่ Com Port โดยดูว่าชิ้นงานต่ออยู่กับพอร์ตใดก็กำหนดเซตค่าให้พอร์ตนั้น โดยมีอัตราการรับส่งข้อมูลที่กำหนดตายตัวที่ 9600, N, 8, 1 เพราะเป็นค่าที่ต้องกำหนดให้ตรงกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ มีความหมายดังนี้

- 9600 ค่าบอดเรตมาตรฐานที่ใช้กับการติดต่อผ่านทางพอร์ตอนุกรม 9600 บิต ต่อ วินาที
- N ค่าพาริตี้มาตรฐาน (N ค่าปกติ)
- 8 ค่าที่ใช้ในการกำหนดจำนวนบิต (8 ค่าปกติ)
- 1 ค่าที่ระบุจำนวนบิตปิดท้าย (1 ค่าปกติ)

จากนั้นก็ทำการติดต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ ต่อมาเป็นการรับคำสั่งว่าจะให้อุปกรณ์แสดงผลอะไร เช่นถ้าอยากให้ หลอดไฟที่1 ติดก็เลือก LED1 เป็นต้น หน้าจออินเตอร์เฟสจากโปรแกรม visual basic ก็จะส่งค่าเป็นภาษาแอสแซมบลีให้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรองรับคำสั่งและประมวลผลต่อไป

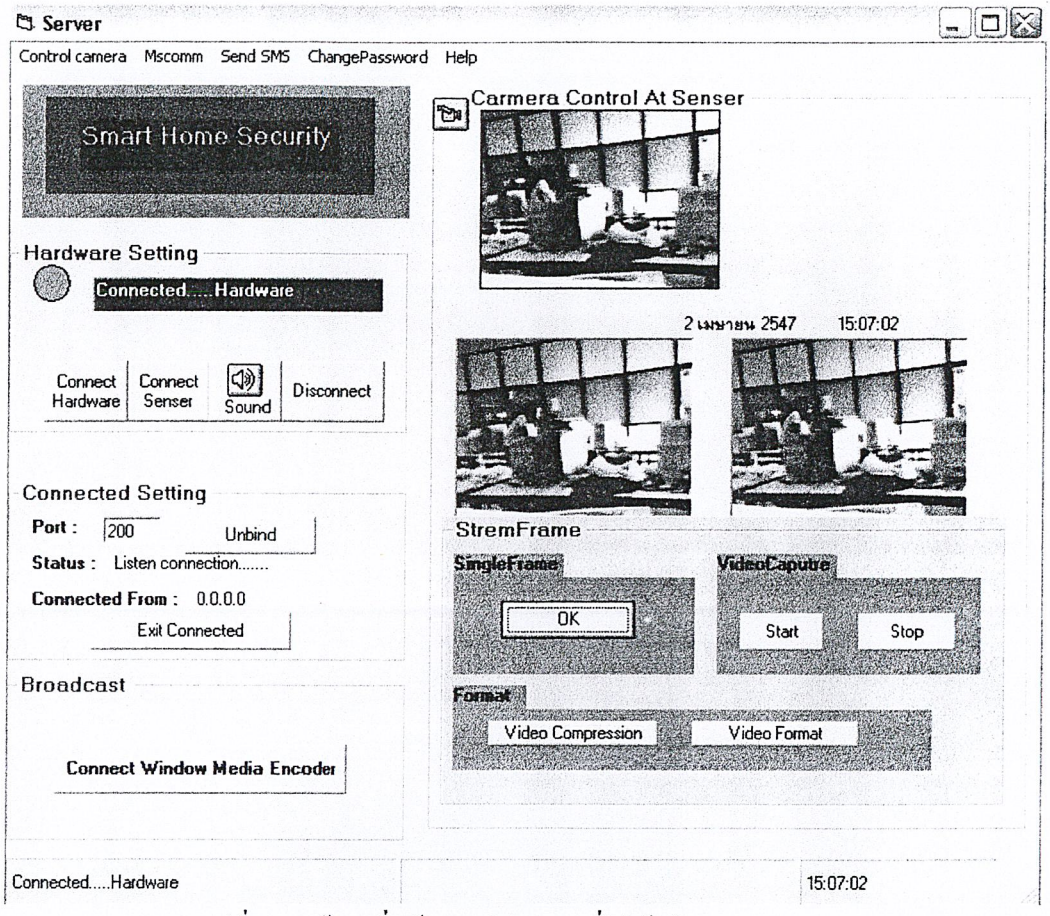
4.1.2 การทดลองใช้งานจากเครื่องให้บริการกับเครื่องรับบริการ

การทดลองได้ทดลองโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องให้บริการ และเครื่องรับบริการ โดยได้ทำการเชื่อมต่อกันผ่านทางเน็ตเวิร์คภายในห้องทดลอง โดยที่ทั้งเครื่องให้บริการ และเครื่องรับบริการ ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows XP ทั้ง 2 เครื่อง

การทดลองทำโดยการเปิดโปรแกรมของทางฝั่งให้บริการทำการล๊อกอินเข้าสู่ระบบเพื่อทำการรับการร้องขอการใช้บริการโดย

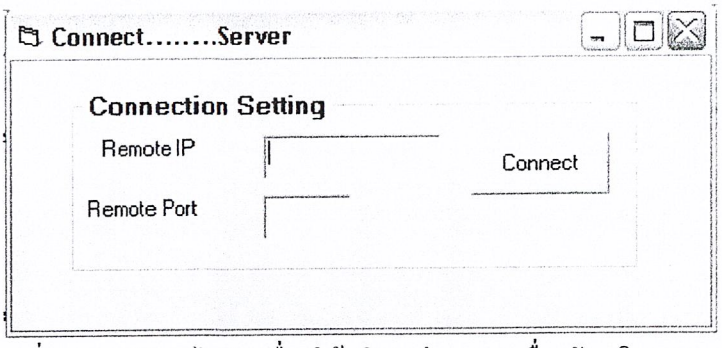
- กำหนดค่าพอร์ทติดต่อซึ่งค่าพอร์ททางเครื่องให้บริการและเครื่องรับบริการจะต้องตรงกันและทำการติดต่อ
- ทำการติดต่อกับ Hardware และ Sensor เพื่อให้อุปกรณ์เริ่มต้นทำงาน

ดังที่แสดงในรูปที่ 4.2 ซึ่งในส่วนของโปรแกรมฝั่งให้บริการนี้จะสามารถเข้าสู่หน้าจอควบคุมกล้องได้โดยการคลิกที่ Control camera ซึ่งจะเข้าสู่หน้าจอแสดงผลการควบคุมกล้องและยังสามารถเข้าสู่หน้าจอแสดงผลในการส่งข้อความ (SMS) เป็นต้น



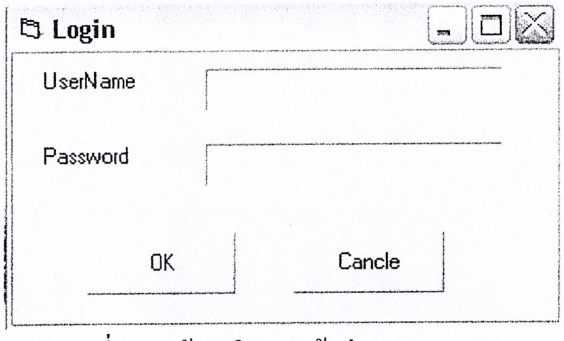
รูปที่ 4.2 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรมฝั่งให้บริการ

เมื่อโปรแกรมทางฝั่งให้บริการทำงานแล้ว เราทดลองตัดผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรด ระบบจะเริ่มทำงานโดยเริ่มบันทึกภาพและส่งข้อความไปยังโทรศัพท์ของเจ้าของบ้าน ในกรณีที่ส่งข้อความไปยังโทรศัพท์ ไม่ได้ระบบจะทำการส่งเสียงเตือนภัยจากอุปกรณ์ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังจากบันทึกรูปจากกล้องที่ตำแหน่งเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดแล้ว เมื่อเราได้รับข้อความจากโทรศัพท์ เราจะสามารถเข้าควบคุมอุปกรณ์ได้จากทางเครื่องรับบริการ โดยที่ทางฝั่งเครื่องรับบริการจะต้องทำการติดตั้งโปรแกรมใช้งานเรียบร้อยแล้ว ซึ่งสามารถใช้งานได้โดย ทางฝั่งเครื่องรับบริการ จะทำการเรียกโปรแกรมฝั่งรับบริการขึ้นมา แล้วทำการติดต่อกับฝั่งเครื่องให้บริการ โดยการใส่หมายเลขไอพีแอดเดรส และระบุพอร์ทในการติดต่อของเครื่องให้บริการ แล้วทำการคลิก Connect เพื่อทำการติดต่อกับเครื่องให้บริการ ดังที่แสดงในรูปที่ 4.3



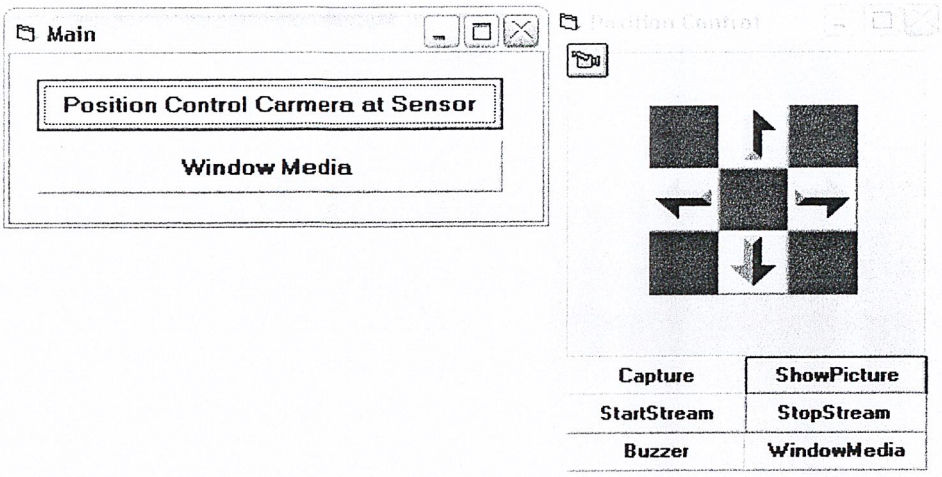
รูปที่ 4.3 การติดต่อไปยังเครื่องให้บริการผ่านทางเครื่องรับบริการ

หลังจากทำการติดต่อกับเครื่องให้บริการได้สำเร็จแล้ว จะปรากฏหน้าจอสำหรับการเข้าสู่ระบบควบคุมดังแสดงในรูปที่ 4.4 จากนั้นจึงทำการเข้าสู่ระบบควบคุมโดยการป้อน Username และ password

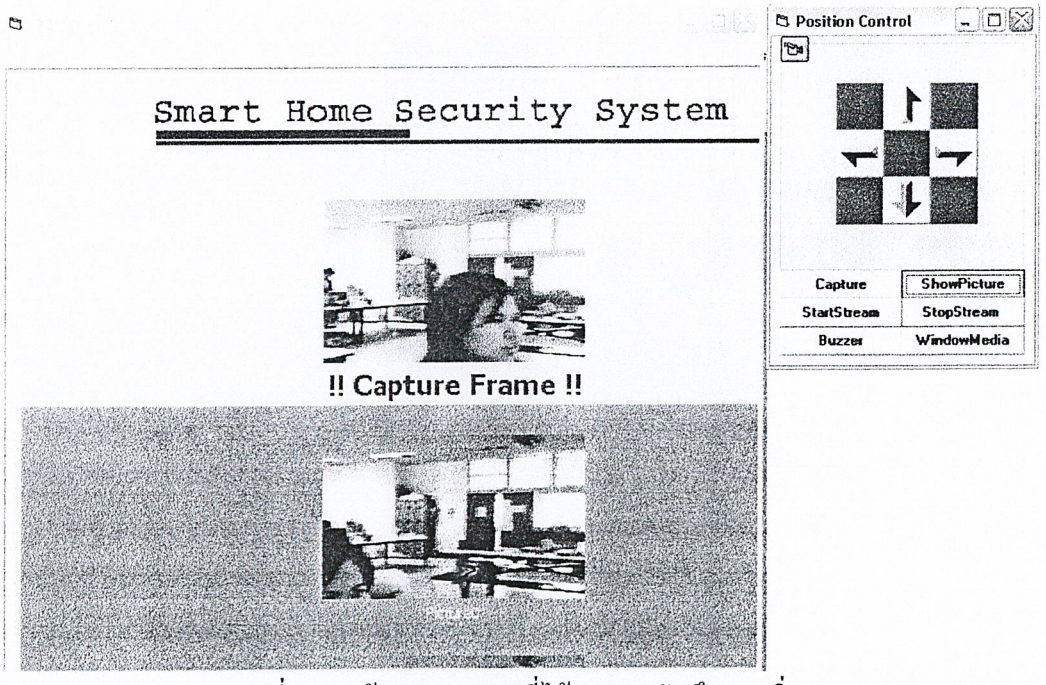


รูปที่ 4.4 หน้าจอในการเข้าสู่ระบบควบคุม

หลังจากป้อน User Name และ Password ที่ถูกต้องแล้วก็จะเข้าสู่ระบบควบคุมซึ่งมีหน้าจอแสดงผลดังรูปที่ 4.5 ซึ่งเมื่อมาถึงขั้นตอนนี้แล้วโปรแกรมส่วนแสดงผลทั้งฝั่งเครื่องให้บริการและทางฝั่งเครื่องรับบริการจะแสดงผลในหน้าจอเดียวกันดังที่เห็นในรูปที่ 4.5 ซึ่งทางฝั่งเครื่องรับบริการจะสามารถควบคุมกล้องให้หมุนไปในตำแหน่งที่ต้องการ ได้โดยการคลิกที่ปุ่มลูกศรบังคับทิศทางในส่วน Control Position และระหว่างนี้ยังสามารถเก็บภาพนิ่งได้โดยคลิกที่ปุ่ม Capture สามารถดูภาพได้ที่สั่งบันทึกและภาพที่บันทึกกรณีที่มีการตัดผ่านอุปกรณ์ตรวจจับดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงผลของโปรแกรมควบคุมระยะไกล



รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงภาพที่ได้จากการบันทึกภาพนิ่ง

บทที่ 5
บทวิจารณ์และบทสรุป

จากการได้ออกแบบและทดลองส่วนหนึ่งของโครงงานในภาคเรียนแรกนั้น ขั้นตอนการปฏิบัติจะพบปัญหามากมาย เนื่องจากโครงงานเป็นโครงงานที่เกี่ยวข้องทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ซึ่งผู้จัดทำมีประสบการณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์น้อยมากทำให้ต้องเริ่มศึกษาและค้นคว้ามากขึ้นและตัวโครงงานมีขอบเขตกว้างและงานแบ่งย่อยเป็นหลายโมดูลซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาไปในแนวขนาน จึงทำให้งานในแต่ละโมดูลมีความคืบหน้าน้อยกว่าเป้าหมายที่เราตั้งไว้ในตอนต้น โดยได้รับความกรุณาข้อมูลที่จำเป็นทางด้านฮาร์ดแวร์จากทางอาจารย์ที่ปรึกษาและพี่นักศึกษาปริญญาโท

สำหรับงานทำในภาคเรียนที่ 1 จะมีส่วนของวงจรแปลคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ผ่านมาตรฐาน RS-232 ฐานควบคุมกล้อง และ วงจรตรวจจับ โดยแยกเป็นโมดูลเป็นอิสระต่อกันเพื่อให้ง่ายในการพัฒนาต่อไปในภาคเรียนที่ 2

สำหรับการพัฒนาโครงงานในภาคเรียนที่ 2 นี้ เราจะประยุกต์นำเอาแต่ละโมดูลย่อยที่ได้ทำการพัฒนาไว้แล้วในภาคเรียนที่ 1 เพื่อให้แต่ละโมดูลสามารถทำงานร่วมกันได้

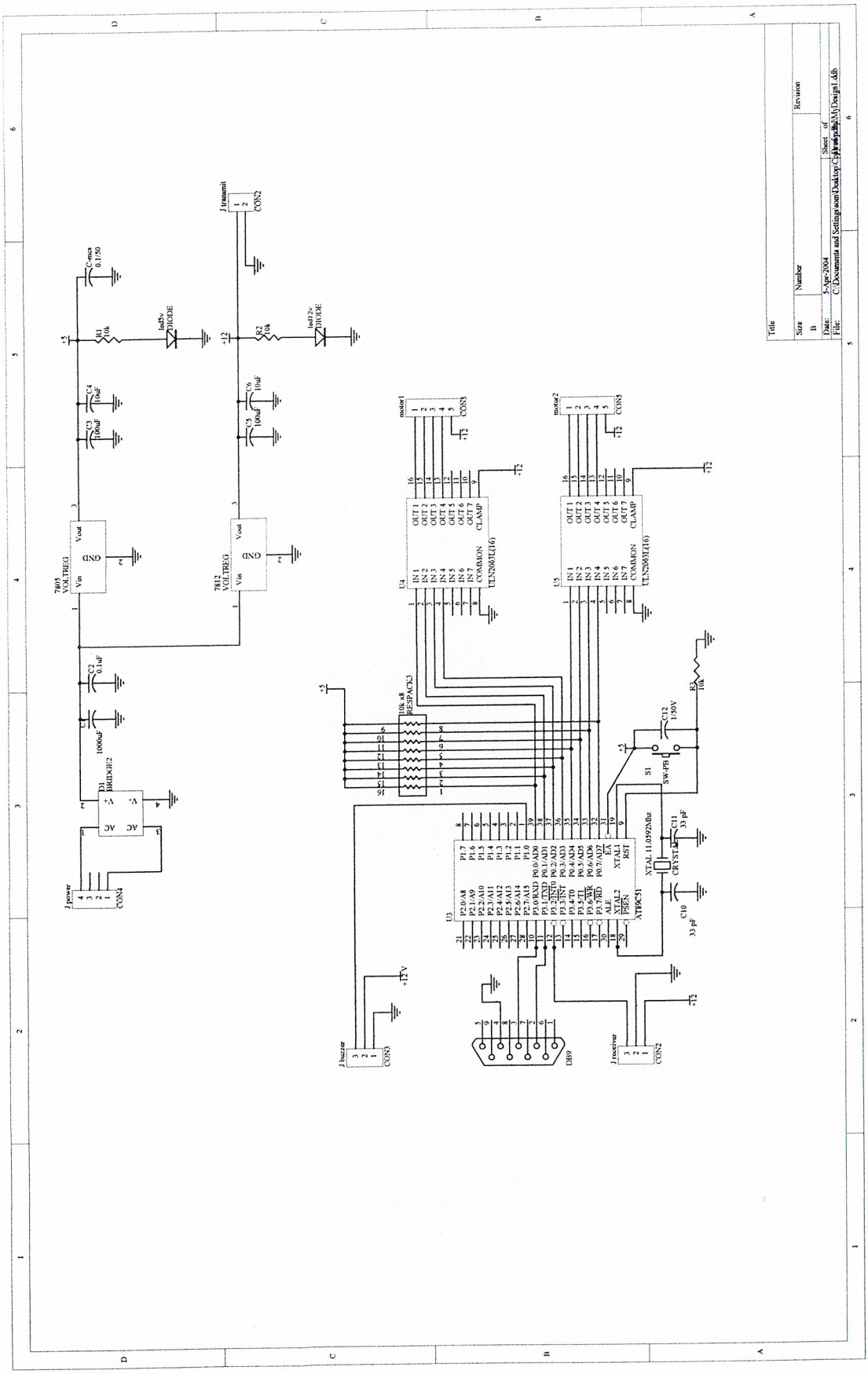
ขบวนการพัฒนาในภาคเรียนนี้เริ่มจาก การแก้ไขข้อบกพร่องในส่วนของวงจรตรวจจับแสงโดยใช้ แอล-ดี-อาร์ ซึ่งข้อบกพร่องในส่วนนี้คือแหล่งกำเนิดสัญญาณแสงที่เราเลือกใช้ที่เป็นแสงเลเซอร์ ถึงแม้จะมีข้อดีที่ทำให้ขอบเขตการทำงานของวงจรตรวจจับของเราสามารถทำงานได้ในระยะทางที่ไกลเป็นร้อยเมตร แต่อาจมีข้อเสียคือ หากแสงเลเซอร์ปะทะเข้ากับผู้บุกรุกแล้วถึงแม้ว่าในขณะนั้นวงจรตรวจจับจะทำงานแล้วก็ตาม แต่ผู้บุกรุกอาจจะรู้ตัวแล้วก็ได้ เพราะแสงเลเซอร์เมื่อปะทะกับวัตถุใดๆก็ตามจะสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เราจึงได้ทำการศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดตรวจจับแสงอินฟาเรดซึ่งอาจมีข้อเสียคือรัศมีการทำงานที่แคบกว่าเลเซอร์คือประมาณ 1- 10 เมตรเท่านั้น แต่มีข้อดีที่แสงอินฟาเรดไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้เราจึงตัดสินใจเลือกใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดตรวจจับแสงอินฟาเรดแทนเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดตรวจจับแสงเลเซอร์ จากนั้นจึงทำการทดลองใช้งานเซ็นเซอร์ตรวจจับอินฟาเรดตรวจจับแสงอินฟาเรด โดยการเขียนโปรแกรมส่งค่าอินเตอรัปต์ไปยังโปรแกรมฝั่งให้บริการเมื่อมีการทำงานของ ซึ่งก็ให้ผลอย่างเป็นที่น่าพอใจ

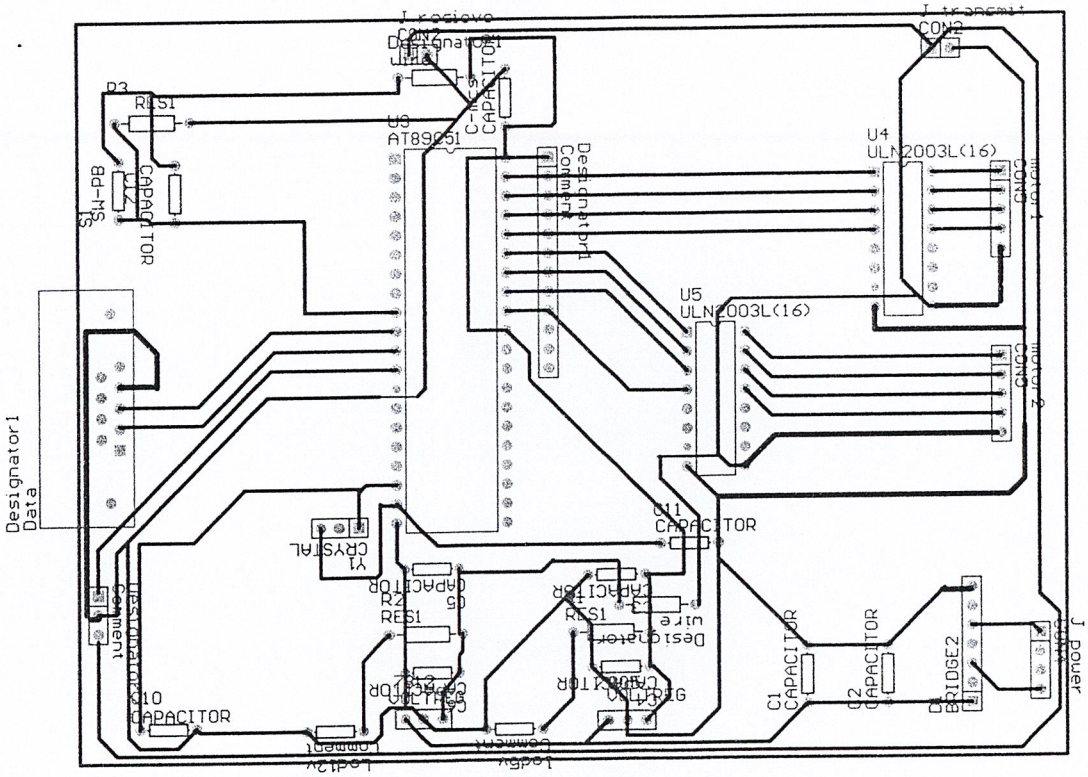
ขั้นตอนต่อมาคือการพัฒนาในส่วนของการส่งข้อความเอสเอ็มเอส (SMS) ไปยังโทรศัพท์มือถือปลายทาง ซึ่งในส่วนนี้หลังจากที่ได้ทำการศึกษาอย่างละเอียดแล้ว จึงได้พบว่าในการส่งเอสเอ็มเอส (SMS) ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตนั้น จำเป็นที่จะต้องทำการส่งผ่านเอสเอ็มเอสซี (SMSC: Short Message Service Center) ซึ่งการใช้งาน เอสเอ็มเอสซี (SMSC) ในประเทศไทยจะต้องมีการเสียค่าบริการให้แก่ผู้ให้บริการรายเดือนซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง เราจึงเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ เอสเอ็มเอสซี (SMSC) ของต่างประเทศที่มีการให้บริการฟรี แต่อาจทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของระบบลดลงเล็กน้อย แต่ก็ให้ผลเป็นที่น่าพอใจพอสมควร สำหรับการศึกษาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

การพัฒนาในส่วนของซอฟท์แวร์ ก็ได้ทำการส่งภาพไปยังเครื่องรับบริการ และพัฒนาในส่วนการควบคุมผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เราได้ทำการพัฒนาในส่วนของโปรแกรมทั้งทางฝั่งเครื่องให้บริการ และทางฝั่งเครื่องรับบริการไปพร้อมๆกัน ซึ่งโปรแกรมในส่วนนี้เป็นตัวกลางสำคัญในการเชื่อมต่อการทำงานของแต่ละโมดูลเข้าด้วยกัน ซึ่งโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นในช่วงแรกๆนั้นประสบปัญหาในการใช้งานอย่างมาก จึงต้องทำการพัฒนาแก้ไขเปลี่ยนแปลงอยู่เป็นเวลานาน จนในที่สุดโปรแกรมที่พัฒนาได้จึงมีรูปร่างอินเตอร์เฟส แตกต่างจากที่พัฒนาไว้ในภาคเรียนที่ 1 พอสมควร นอกจากนี้งานที่ได้ทำเพิ่มเติมในภาคเรียนที่ 2 นี้ ก็ยังมีส่วนของการทำแผ่นวงจร การวางอุปกรณ์ และการประกอบลงกล่อง

ทางผู้จัดทำหวังว่าจะมีการพัฒนาโครงงานนี้ต่อไปเพื่อสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวันต่อไปในอนาคต

ภาคผนวก


J transmit
CON2
C-mes
0.1/50
R1
10k
led5v
DIODE
+5
+12
R2
10k
led12v
DIODE
C4
10uF
C3
100uF
C6
10uF
C5
100uF
7805
VOLTREG
Vout
GND
Vin
7812
VOLTREG
Vout
GND
Vin
C2
0.1uF
C1
1000uF
D1
BRIDGE2
J power
CON4
motor1
CON5
motor2
CON5
U4
ULN2003L(16)
U5
ULN2003L(16)
OUT 1
OUT 2
OUT 3
OUT 4
OUT 5
OUT 6
OUT 7
COMMON
CLAMP
IN 1
IN 2
IN 3
IN 4
IN 5
IN 6
IN 7
110k x8
RESPACK3
R3
10k
C12
1/50V
S1
SW-PB
U3
ATP89C51
P1.7
P1.6
P1.5
P1.4
P1.3
P1.2
P1.1
P1.0
P3.0/RXD
P3.1/TXD
P3.2/INT0
P3.3/INT
P3.4/T0
P3.5/T1
P3.6/WR
P3.7/RD
P2.0/A8
P2.1/A9
P2.2/A10
P2.3/A11
P2.4/A12
P2.5/A13
P2.6/A14
P2.7/A15
P0.0/AD0
P0.1/AD1
P0.2/AD2
P0.3/AD3
P0.4/AD4
P0.5/AD5
P0.6/AD6
P0.7/AD7
EA
ALE
PSEN
XTAL2
XTAL1
RST
XTAL 11.0592Mhz
CRYSTAL
C11
33 pF
C10
33 pF
DB9
J buzzer
CON3
+12V
J receiver
CON2
Title
Size
B
Number
Revision
Date:
5-Apr-2004
Sheet
of
File:
C:\Documents and Settings\user\Desktop\Dip\MyDesign1.ddb


Designator1
Data
U3
AT89C51
U4
ULN2003L(16)
U5
ULN2003L(16)
CON2
CON3
CRYSTAL
CAPACITOR
RES1
BRIDGE2
SW-PB

บรรณานุกรม

- สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ ตัน ตัณฑ์สุทธิวงศ์ สุพจน์ ปุณณชัยยะ เปิดโลก TCP/IP และโปรโตคอลของอินเตอร์เน็ต
- รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่เซลลูลาร์